МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

А. Д. СМИРНОВ

Радиолюбители — промышленности

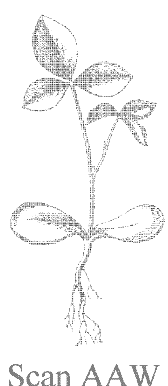


МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 831

А. Д. СМИРНОВ

РАДИОЛЮБИТЕЛИ — ПРОМЫШЛЕННОСТИ





«ЭНЕРГИЯ» ● МОСКВА 1973

6Ф2.9
С 50
УДК 658.52.011.5

Смирнов А. Д.

С 50 Радиолюбители — промышленности. М., «Энергия», 1973.

831 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 144).

Книга популяризирует опыт радиолюбительского конструирования электронной аппаратуры для применения ее в производстве и учебном процессе.

В ней разбираются физические принципы, заложенные в основу рассматриваемых конструкций, принципиальные схемы приборов, представленных на XXIV Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей и специалистов, работающих в области применения радиоэлектроники в народном хозяйстве.

С $\frac{0345\text{-}110}{051(01)\text{-}73}$ 264-73 6Ф2.9

Александр Дмитриевич Смирнов

Радиолюбители — промышленности

Редактор В. Ф. Костиков
Редактор издательства В. А. Абрамов
Обложка художника П. П. Перевалова
Технический редактор О. Д. Кузнецова
Корректор А. К. Улегова

Сдано в набор 20/IX 1972 г. Подписано к печати 4/V 1973 г. Т-08426
Формат 84×108[1]/[32] Бумага типографская № 2
Усл. п. л. 7,56 Уч.-изд. л. 9,39
Тираж 30 000 экз. Зак. 1375 Цена 39 коп.

Издательство «Энергия». Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиоэлектроника с каждым годом все глубже проникает в различные отрасли народного хозяйства. Возможности радиоэлектроники так велики, что перестаешь удивляться поистине фантастическим успехам ее применения. Достаточно упомянуть полет и мягкую посадку на Землю возвращаемого аппарата автоматической станции «Луна-16», доставку на Луну самоходного аппарата «Луноход-1» и его работу в течение долгих лунных дней. Эти выдающиеся достижения были осуществлены в знаменательный год празднования столетнего юбилея дня рождения В. И. Ленина и подготовки XXIV съезда нашей партии. В честь этих знаменательных дат наши люди, где бы они ни работали, брали на себя повышенные обязательства и выполняли их.

Вместе со всей страной в праздничном соревновании принимали участие и радиолюбители. Они боролись за право представить свои конструкции на XXIV Всесоюзную выставку творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ, посвященную 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. Из 9 144 экспонатов, демонстрировавшихся на 98 городских, областных и республиканских выставках, для экспонирования в Москве было отобрано 600. Итоги заключительного этапа впервые шли в зачет V Всесоюзной спартакиады народов СССР по военно-техническим видам спорта.

Больше трети представленных экспонатов демонстрировалось в разделах применения радиоэлектроники в науке и производстве. По неполным данным экономический эффект от внедрения только части радиолюбительских конструкций составил за последние 3 года свыше 27 млн. руб. Эта цифра убедительно показывает большое значение радиолюбительского конструирования в повышении эффективности различных отраслей народного хозяйства.

Одной из основных задач развития радиолюбительского движения является массовая подготовка кадров радиоспециалистов на базе широкой пропаганды радиотехнических знаний среди населения и особенно молодежи. Такая подготовка кадров в наши дни становится особенно актуальной задачей, так как в различные

отрасли народного хозяйства поступает все больше приборов и различного оборудования с использованием электроники.

С каждым годом в нашей стране все больше и больше людей овладевают радиотехническими знаниями и с успехом используют их в своей повседневной работе. Среди авторов экспонатов радиолюбительских выставок люди самых разных профессий и квалификаций: рабочие и инженеры, врачи и агрономы, преподаватели и студенты, научные работники и лаборанты. Радиоэлектроника становится для них второй профессией и источником творчества. Экспонаты, представленные ими на заключительный этап выставки, разнообразны по тематике, назначению и областям применения. Все приборы, демонстрировавшиеся в отделах применения радиоэлектроники в производстве и учебном процессе, созданы радиолюбителями в порядке личной инициативы и используются для решения конкретных производственных задач. Многие из представленных конструкций оформлены как рационализаторские предложения.

В книге рассмотрено несколько конструкций приборов, демонстрировавшихся на прежних выставках и не потерявших актуальность в настоящее время.

При разборе возможных вариантов решения конкретных задач в качестве примеров использованы схемы и описания приборов, взятые из отечественной и зарубежной периодической литературы.

В книге не приведены данные моточных деталей, так как опубликованный в ней материал предназначен для квалифицированных радиолюбителей и радиоспециалистов.

Все замечания и пожелания автор просит направлять по адресу: Москва, М-114, Шлюзовая набережная, 10, издательство «Энергия».

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И В ХИМИИ

Приборы и установки управления производственными процессами

Автоматизация, как наиболее перспективное средство повышения производительности труда и эффективности производства, все глубже проникает в различные отрасли народного хозяйства. В ней активно участвуют радиолюбители. Они помогают осваивать новое оборудование, способствуют грамотной его эксплуатации, а в отдельных случаях сами создают необходимые для производства приборы и установки.

Радиолюбитель А. А. Кудряшов, например, разработал конструкцию *простого фотопирометрического бесконтактного терморегулятора,* который предназначен для регулирования температуры в электрических печах мощностью до 2,5 *квт*, а также может быть использован для регулирования освещенности различных объектов. Этот терморегулятор имеет следующие технические данные.

Диапазон регулирования температуры 200—1 500 °С. Погрешность регулирования ±1,5%. Напряжение питающей сети 127—220 *в*. Выходная мощность регулятора от 0,5 до 2,5 *квт*. Габариты основного блока регулятора 210×280×370 *мм*. Масса основного блока 6,5 *кг*.

Принцип действия прибора основан на изменении свечения нагреваемых изделий в зависимости от температуры. В качестве регулирующего элемента используется тиристор.

Блок-схема прибора изображена на рис. 1. Свет от контролируемого объекта *5* попадает через фокусирующую оптическую систему *6* на фотодиод *1*. При возрастании светового потока внутреннее сопротивление фотодиода падает, при уменьшении — возрастает. Так как фотодиод включен в одно плечо измерительного моста постоянного тока, то при изменении его сопротивления в измерительной диагонали моста появляется сигнал разбаланса. Этот сигнал усиливается усилителем постоянного тока *2* и поступает на управляющий электрод тиристора *3*. Нагрузкой тиристора является спираль $R_н$ нагревательной печи *4*.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 2. Измерительный мост постоянного тока образован резисторами R_2—R_5 и фотодиодом $Д_1$. Переменный резистор R_5 служит для установки требуемой температуры. Сигнал разбаланса с измерительного моста по-

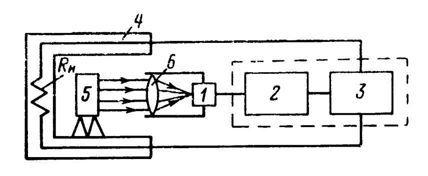
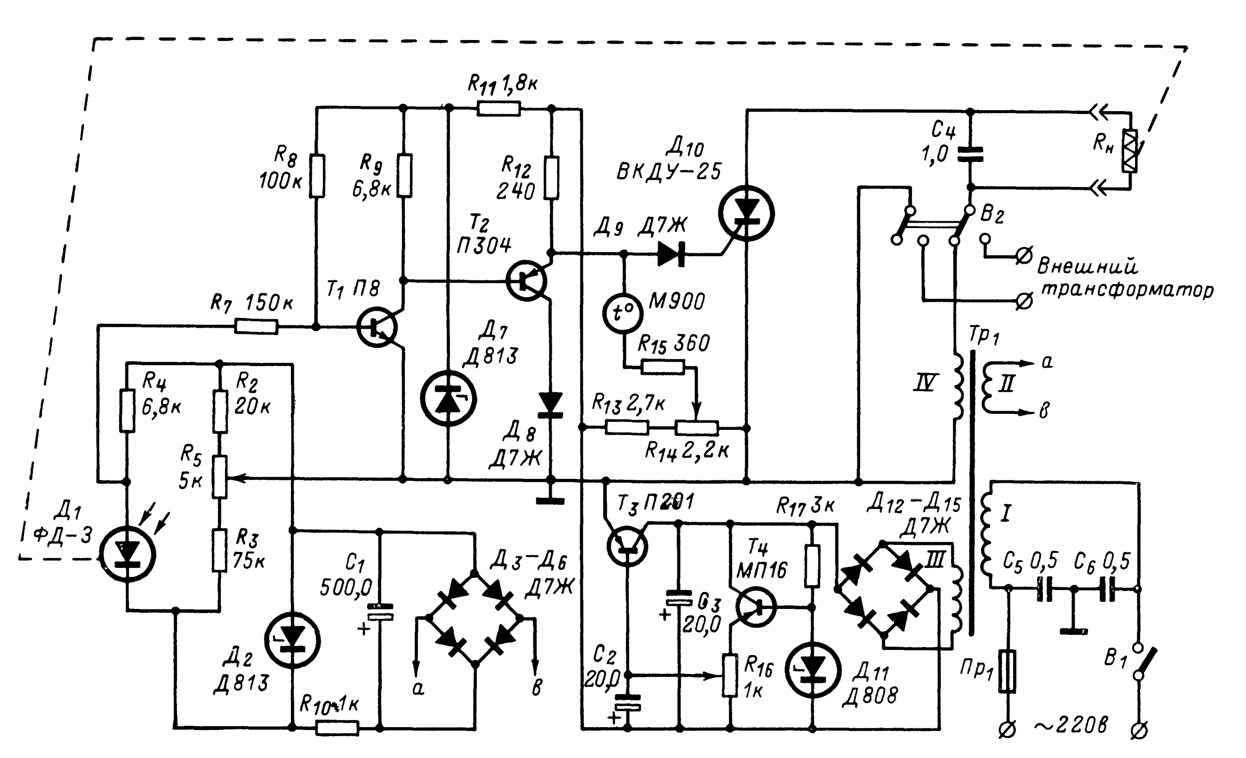


Рис. 1.

дается на вход двухкаскадного усилителя постоянного тока с гальванической связью между каскадами. Связь между усилителем и управляющим электродом тиристора $Д_{10}$ осуществляется через нелинейный элемент $Д_9$, в качестве которого используется диод типа Д7Ж. В приборе применен тиристор типа ВКДУ-25, который открывается полностью при подаче на его управляющий электрод положительного напряжения амплитудой 4,3 *в*. При снижении амплитуды напряжения до 3,95 *в* тирисгор запирается и ток через него не течет. Для контроля температуры объекта в схеме предусмотрен стрелочный индикатор типа М900, имеющий нуль посредине шкалы. Установка стрелки индикатора на нулевое деление производится с помощью резистора R_{14}. Питание регулятора осуществляется от двух стабилизированных выпрямителей. Так как силовой трансформатор ограничивает максимально допустимую мощность, рассеиваемую в нагрузке, то в регуляторе предусмотрена возможность использования более мощного тиристора. Для этого используется переключатель B_2, с помощью которого на тиристор можно подавать напряжение с более мощного трансформатора.

На рис. 3 изображена схема *бесконтактного тиристорного реле*, предназначенного для регулирования температуры (авторы конструкции В. А. Макаров и Е. Б. Лактионов). Реле работает следующим образом. Каждый полупериод переменного тока на управляющий электрод тиристора $Д_1$ подается узкий импульс напряжения с крутым передним фронтом. Этот импульс открывает тиристор до конца полупериода. При этом на нагрузке реле будет выделяться пульсирующее напряжение, средняя величина которого зависит от длительности открытого состояния тиристора. Управляющий импульс формируется в устройстве, состоящем из двух транзисторов T_1 и T_2. На базу транзистора T_1 подается пульсирующее напряжение частотой 100 *гц* от выпрямителя на диодах $Д_6$—$Д_9$, подключенного к вторичной обмотке фазорегулятора *ФР*. Это напряжение усиливается каскадом на транзисторе T_1 и дифференцируется цепочкой C_1R_1. Дифференцированные импульсы через диод $Д_{14}$ подаются на базу транзистора T_2 и далее через разделительный трансформатор $Тр_1$ на управляющий электрод тиристора. Вращая ротор фазорегулятора *ФР*, можно плавно менять время запаздывания отпирающего импульса относительно положительного полупериода напряжения сети, а тем самым изменять ток через нагрузку (практически почти от нуля). Регулировать температуру в каком-либо нагревательном устройстве можно при помощи контактного термометра, подключенного к зажимам *1* и *2*. В то время когда контакты термометра разомкнуты, пульсирующее напряжение на базе транзистора T_1, а следовательно, и импульс, открывающий тиристор, отсутствуют. Установка позволяет регулировать нагревательные приборы мощностью до 10—12 *квт*, а с принудительным охлаждением радиаторов тиристора и силовых диодов — до 35 *квт*. В схеме установки не даны номиналы резистора R_5 и конденсатора C_3. Эти детали подбирают при налаживании из условия сохранения постоянной амплитуды сигнала на выходе фазорегулятора *ФР*.



R11 1,8к
R8
100к
R9
6,8к
R12
240
Д10
ВКДУ-25
C4
1,0
Rн
T2
П304
Д9 Д7Ж
B2
Внешний
трансформатор
T1 П8
R7 150к
M900
R15 360
Д7
Д813
Tp1
a
в
IV
II
R4
6,8к
R2
20к
R13 2,7к
Д8
Д7Ж
R14 2,2к
R5
5к
Д1
ФД-3
T3 П201
R17 3к
Д12-Д15
Д7Ж
I
R3
75к
C1
500,0
Д3-Д6
Д7Ж
T4
МП16
III
C5 0,5
C6 0,5
C3
20,0
C2
20,0
R16
1к
Д11
Д808
Д2
Д813
R10 1к
a
в
Пр1
B1
~220в

Рис. 2.

Мы рассмотрели несколько конструкций приборов, в которых в качестве регулирующих элементов использовались тиристоры. Но в практике радиолюбительского конструирования не менее широко в качестве таких элементов используются электромагнитные реле постоянного и переменного тока. Необходимо заметить, что применение тиристоров оправданно и перспективно, так как устройства, где они используются, более долговечны и стабильны в работе и реже

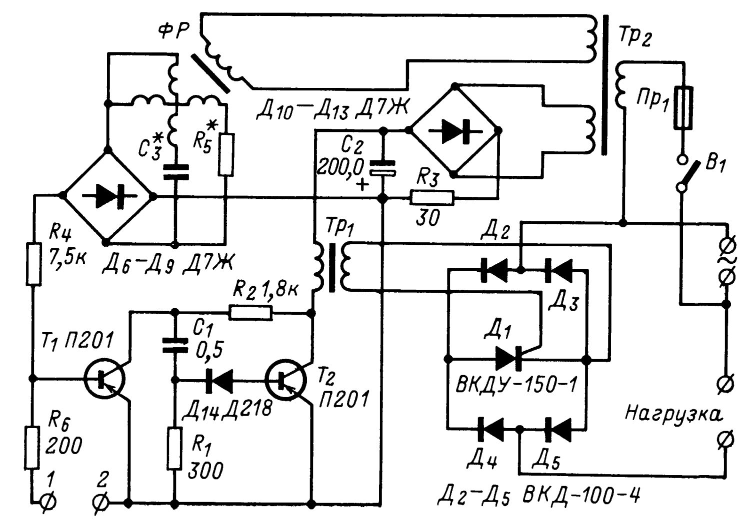
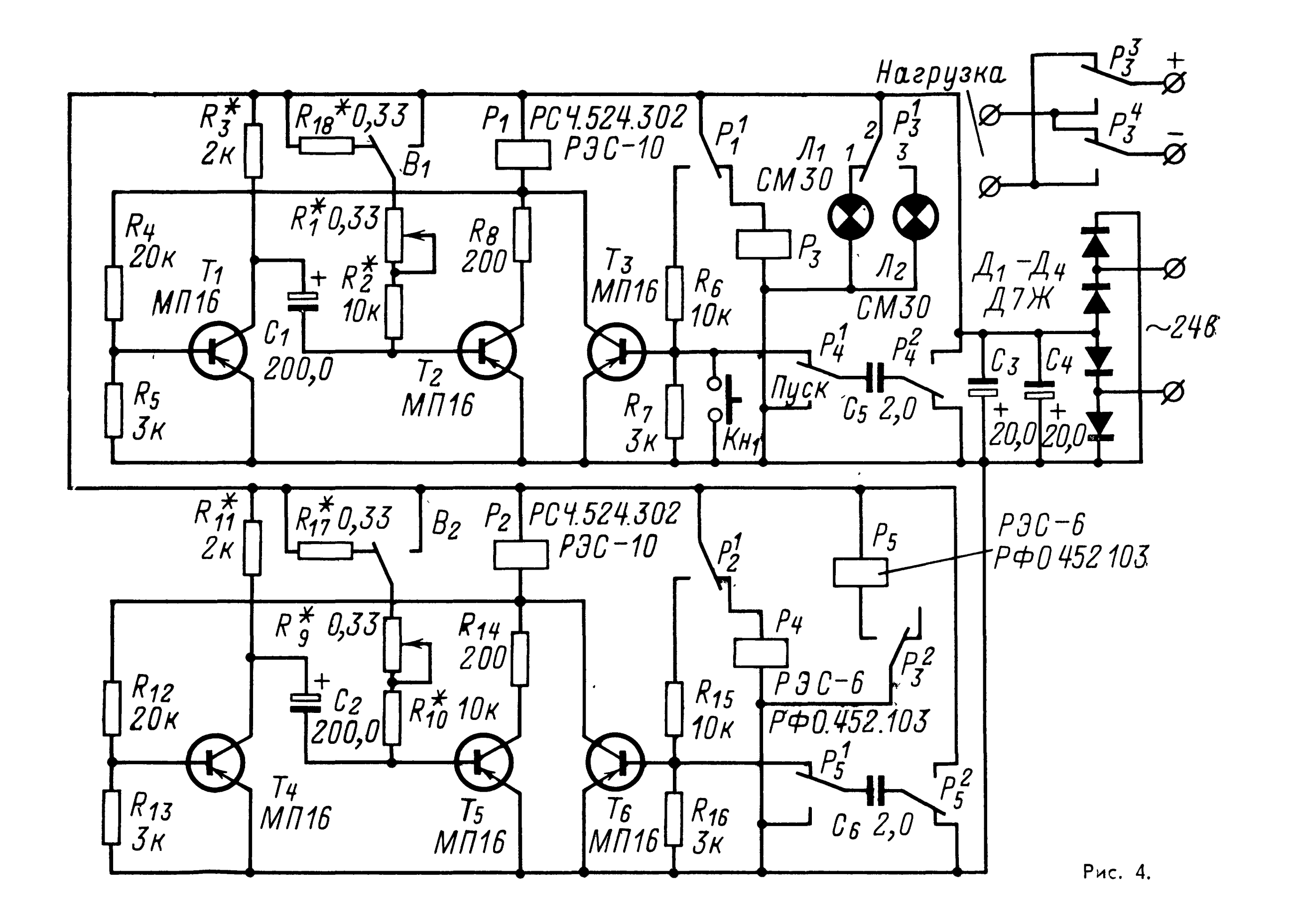


Рис. 3.

выходят из строя. Однако конструкции на электромагнитных реле более широко распространены, и в некоторых случаях вполне оправданы.

На рис. 4 изображена принципиальная схема *полупроводникового автоматического реверса*, разработанного радиолюбителями А. И. Кудряковым и Ю. В. Мешкорудниковым. Установка предназначена для получения гальванопокрытий повышенного качества, что достигается автоматическим переключением полярности тока в гальванической ванне. Она состоит из двух одинаковых реле времени, включающих попеременно сигнал соответствующей полярности. Требуемые частота и интервалы переключений устанавливаются в каждом канале автономно.

Установка работает следующим образом. В момент подачи на установку переменного напряжения питания величиной 24 *в* транзистор T_2 первого ждущего мультивибратора открыт, а транзистор T_1 закрыт. Реле P_1, обмотка которого включена в коллекторную цепь T_2, при этом срабатывает и через контакты P_1^1 самоблокируется. То же самое происходит со вторым ждущим мультивибратором, выполненным на транзисторах T_4—T_6 и реле P_2. При нажатии на кнопку *Кн* «Пуск» транзистор T_3 закрывается, мультивибратор скачком переходит в новое устойчивое состояние, при котором транзистор T_1 открыт, а транзистор T_2 закрыт. Обмотка реле P_1 обесточивается и его кон-


Нагрузка
R3* 2к
R18* 0,33
B1
P1 РС4.524.302 РЭС-10
P1^1
P3^1
P3^3
P3^4
Л1 СМ30
Л2 СМ30
R1* 0,33
R2* 10к
R4 20к
R5 3к
R6 10к
R7 3к
R8 200
T1 МП16
T2 МП16
T3 МП16
C1 200,0
P3
Д1-Д4 Д7Ж
~24в
P4^1
P4^2
Пуск
Кн1
C5 2,0
C3 20,0
C4 20,0
R11* 2к
R17* 0,33
B2
P2 РС4.524.302 РЭС-10
P2^1
P5
РЭС-6 РФ0 452 103
R9* 0,33
R10* 10к
R12 20к
R13 3к
R14 200
R15 10к
R16 3к
C2 200,0
P4 РЭС-6 РФ0.452.103
P3^2
T4 МП16
T5 МП16
T6 МП16
P5^1
P5^2
C6 2,0
Рис. 4.

такты P_1^1 возвращаются в исходное состояние. Реле P_3 срабатывает и своими контактами P_3^1 подключает соответствующую сигнальную лампу, P_3^2 включает обмотку реле P_5, а P_3^3 и P_3^4 переключают полярность тока в гальванической ванне. Через замкнувшиеся контакты реле P_5^1 и P_5^2 конденсатор C_6 оказывается подключенным к источнику питания и заряжается до его напряжения (24 *в*). В таком состоянии установка находится до тех пор, пока конденсатор C_1 не разрядится через резисторы R_1, R_2, R_{18} и открытый транзистор T_1. После разряда откроется транзистор T_2, сработает реле P_1, обесточатся обмотки реле P_3, P_5 и изменится полярность напряжения на электродах гальванической ванны. Конденсатор C_6 начнет разряжаться через резистор R_{16} и переход база — эмиттер транзистора T_6. При полном разряде C_6 закрывается транзистор T_6, что вызывает перебрасывание второго мультивибратора, выполненного на транзисторах T_4 и T_5, и возврат реле P_4 в исходное состояние. В результате последнего конденсатор C_5 заряжается до напряжения 24 *в*, а конденсатор C_2 разряжается через резисторы R_{17}, R_9, R_{10} и открытый транзистор T_4. После разряда C_2 откроется транзистор T_5 и обесточатся обмотки реле P_2 и P_4, что вызывает переброс контактов P_4^1 и и P_4^2 и разряд конденсатора C_5 через резистор R_7 и переход база — эмиттер транзистора T_3, в результате чего закроется транзистор T_2 и вновь начнется процесс, рассмотренный выше.

Так будет происходить все время, пока установка не будет отключена от питающего напряжения. Время длительности каждого цикла можно регулировать: плавно резисторами R_1 и R_9 и грубо — тумблерами B_1 и B_2. Максимальное время длительности одного цикла — 1 *мин*. Эта установка помимо своего прямого назначения может быть использована для переключения елочных гирлянд, подачи сигналов, периодического освещения надписей на световых табло и многих других аналогичных целей.

Устройство для управления работой краскораспылителей, созданное С. К. Турчановским и В. А. Пудовым, предназначено для автоматизации окраски кож. В настоящее время этот процесс довольно трудоемок, вреден для здоровья работающих и преимущественно производится вручную. Попытки внедрения в производство различных систем автоматизации, принцип действия которых основан на непосредственном контроле за предметом в зоне окраски, окончились неудачей. Основная причина этого — ненадежная работа датчиков контроля из-за загрязнения их краской. Применение систем с запоминающими устройствами, у которых датчики вынесены за пределы зоны окрашивания, также связано с преодолением определенных трудностей, а именно: истирания и обрывов магнитофонных лент, используемых в качестве запоминающих устройств, загрязнения сетчатых дисков и др.

Авторы в своей конструкции успешно справились с отмеченными выше трудностями. Как работает их устройство? Функциональная схема прибора изображена на рис. 5. Лист кожи *К* произвольной формы, двигаясь по транспортеру, перекрывает свет от осветителей, падающий на расположенные поперек транспортера фоторезисторы. Эти фоторезисторы включены в блок *1* формирования сигнала таким образом, что в зависимости от того, освещены они или нет, на выходе блока появляется напряжение определенной полярности, которое подается в блок запоминания *2*. Последний представляет собой вращающийся барабан, на поверхности которого размещены в определенной последовательности группы контактов. По этим группам кон-

тактов скользят два токосъемника. По одному из них подается напряжение с блока формирования, с другого — снимается задержанный на время прохода куска кожи от фоторезисторов до краскораспылителей сигнал, управляющий блоком подачи краски *4* через командный блок *3*. Таким образом, в приборе за счет применения временной задержки удалось вынести управляющие процессом окраски фоторе-

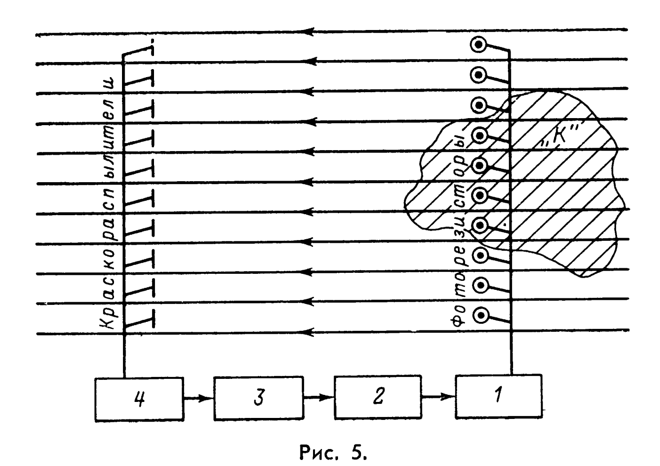


Рис. 5.

зисторы в зону, где окраска не производится. Тем самым исключен выход из строя датчиков за счет загрязнения и повышена надежность всего устройства.

Упрощенная принципиальная схема устройства изображена на рис. 6. На схеме показаны детали, относящиеся к блокам формирования, запоминания и управления (командный блок) только одного канала. Схемы перечисленных узлов других каналов идентичны. Количество каналов определяется размером поверхностей окрашиваемых кож и числом свободных контактных групп барабана блока запоминания. Блок формирования выполнен на обмотке *3-4* трансформатора $Тр_1$, диодах $Д_6$—$Д_7$, конденсаторах C_9—C_{10} и фоторезисторах R_7—R_8. Сопротивления последних подобраны так, что при затемнении фоторезистора R_8 сигнал на выходе блока меняет свою полярность на обратную. Напряжение сигнала через ламель K_1 поступает на конденсатор C_1 и заряжает его. Барабан вращается со скоростью, при которой за время прохода контакта *1* на его поверхности от ламели K_1 до ламели K_2 кусок кожи успевает передвинуться от зоны контроля до зоны окраски. Как только контакт *1* коснется ламели K_2, сработает командный блок, собранный по схеме триггера на транзисторах T_1 и T_2. При этом включится реле P_1 и своими контактами (на схеме не показаны) включит электромагнит, управляющий краскораспылителем соответствующей полосы окраски. Триггер будет находиться во включенном состоянии до тех пор, пока на ламель K_2 не поступит сигнал обратной полярности, что произойдет в тот момент, когда кусок кожи перестанет перекрывать свет, падающий на фоторезистор. В этот момент реле P_1 отключится, и краска пере-

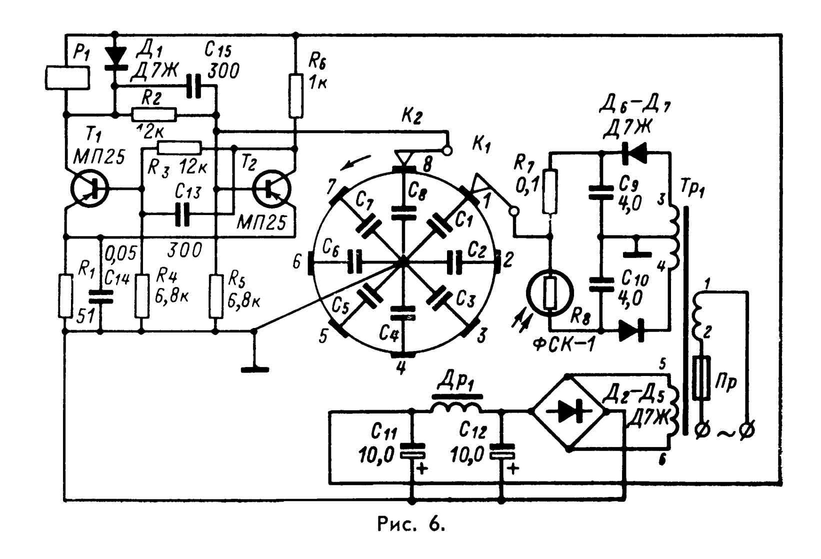


Рис. 6.

станет поступать в краскораспылитель. Рассмотренное автоматическое устройство достаточно просто и надежно в работе. Ожидается эффект от его внедрения — экономия 20—30% краски, качественное покрытие кожи и возможность полной автоматизации процесса окраски.

Расходомеры, уровнемеры и счетчики готовой продукции

Расход жидких и газообразных материалов, скорость потока жидкости в трубопроводах и каналах, уровень жидких и сыпучих продуктов в хранилищах, уровень воды в паровых котлах, количество выпускаемых изделий готовой продукции — все это важные характеристики производственного процесса. Для их автоматического определения существуют различные методы.

Так, расход жидкости и газа определяют путем измерения количества оборотов крыльчатки, свободно вращающейся под действием контролируемого потока. Для преобразования вращения крыльчатки в пропорциональную последовательность импульсов применяют индуктивные, индукционные, радиоактивные, фоторезисторные и другие датчики. Счет импульсов осуществляют различными аналоговыми или дискретными счетчиками. При этом основным источником погрешности в измерениях является трение в подшипниках крыльчатки. Для снижения этого трения применяют игольчатые и шариковые подшипники с минимальной площадью опоры и хорошей, стойкой к внешним воздействиям смазкой. Но эти меры мало помогают. При контроле агрессивных жидкостей и газов за счет коррозионного износа поверхностей опорных подшипников погрешности возрастают еще больше.

Поэтому радиолюбители ищут другие пути снижения трения. Так, например, радиолюбитель В. В. Петровский в своей конструкции

точный расходомер для контроля агрессивных газов типа хлора вообще отказался от подшипников и применил так называемую магнитную подвеску. В его расходомере крыльчатка, изготовленная из фторопласта с запрессованным внутрь стержнем из магнитомягкого материала, подвешена в магнитном поле соленоида. Принципиальная схема магнитной подвески прибора изображена на рис. 7. Это — модернизированная подвеска, примененная в ультрацентрифуге Бимса, Диксона, Робенсона и Снидоу, рассмотрена в книге О. Г. Кацнельсона и А. С. Эдельштейна «Магнитная подвеска в приборостроении». Модернизация сведена к замене иностранных ламп отечественными аналогами, источников напряжения смещения постоянного тока — транзисторными. Кроме того, найдена новая область применения магнитной подвески не в центрифугах, а в расходомерах.

Крыльчатка *К* подвешена в специальном колодце, расположенном на трубопроводе. Величина напряженности магнитного поля выбирается такой, чтобы вес крыльчатки был уравновешен, и она свободно висела в воздухе. Для автоматической фиксации этого положения в приборе применена следящая система. Она работает следующим образом. Катушка L_3 индуктивного датчика расположена в центре дна колодца и включена в цепь контура генератора высокой частоты, собранного на лампе $Л_4$ по трансформаторной схеме. Частота колебаний генератора 6 *Мгц*. Система настроена таким образом, что когда крыльчатка находится в рабочем положении, напряжение сигнала на выходе генератора составляет 75 *в* (при отсутствии крыльчатки 280 *в*). Этот сигнал через катодный повторитель (лампа $Л_3$) подается на входы двух усилителей, выполненных на транзисторах T_1—T_4 и лампах $Л_1$ и $Л_2$. На транзистор T_1 поступает напряжение сигнала, а на транзистор T_3 — напряжение его первой производной, снимаемое с дифференцирующей цепочки $C_{10}R_{17}$. Суммарный сигнал с общего нагрузочного резистора R_{12} двух усилителей поступает в выходной каскад на трех включенных параллельно лампах $Л_5$—$Л_7$. Нагрузкой этого каскада служит обмотка соленоида L_4.

В приборе предусмотрено четыре регулировки. Резистором R_{16} регулируется жесткость магнитной подвески, резистором R_{17} — степень демпфирования и резисторами R_{19}—R_{20} — пространственное положение крыльчатки *К*. При правильной регулировке крыльчатка свободно висит в воздухе или вращается под действием потока газа. Нарушение правильного положения ее приводит к появлению сигнала разбаланса, а тем самым к изменению напряжения смещения на управляющих сетках ламп $Л_5$—$Л_7$ усилителя мощности и тока в обмотке соленоида. Усилитель, выполненный на лампе $Л_2$, предотвращает резкие изменения положения крыльчатки (не дает проскакивать положение равновесия). Выпрямители на диодах $Д_2$ и $Д_4$ заменяют компенсационные гальванические элементы в схеме Бимса и служат для компенсации постоянных составляющих сигналов в цепях сеток $Л_1$ и $Л_2$. Стабилизированный выпрямитель на диодах $Д_9$—$Д_{12}$ предназначен для создания начального тока смещения при выборе рабочего положения крыльчатки.

Положение крыльчатки в центре соленоида фиксируется довольно жестко. Фторопластовое покрытие крыльчатки имеет высокие антиадгезионные свойства и поэтому она может быть использована для контроля любых газообразных сред. Особенно перспективно применение магнитной подвески для создания расходомеров в замкнутых системах с небольшими скоростями потоков контролируемых газов. Такая подвеска может быть широко использована в вакуумных плот-

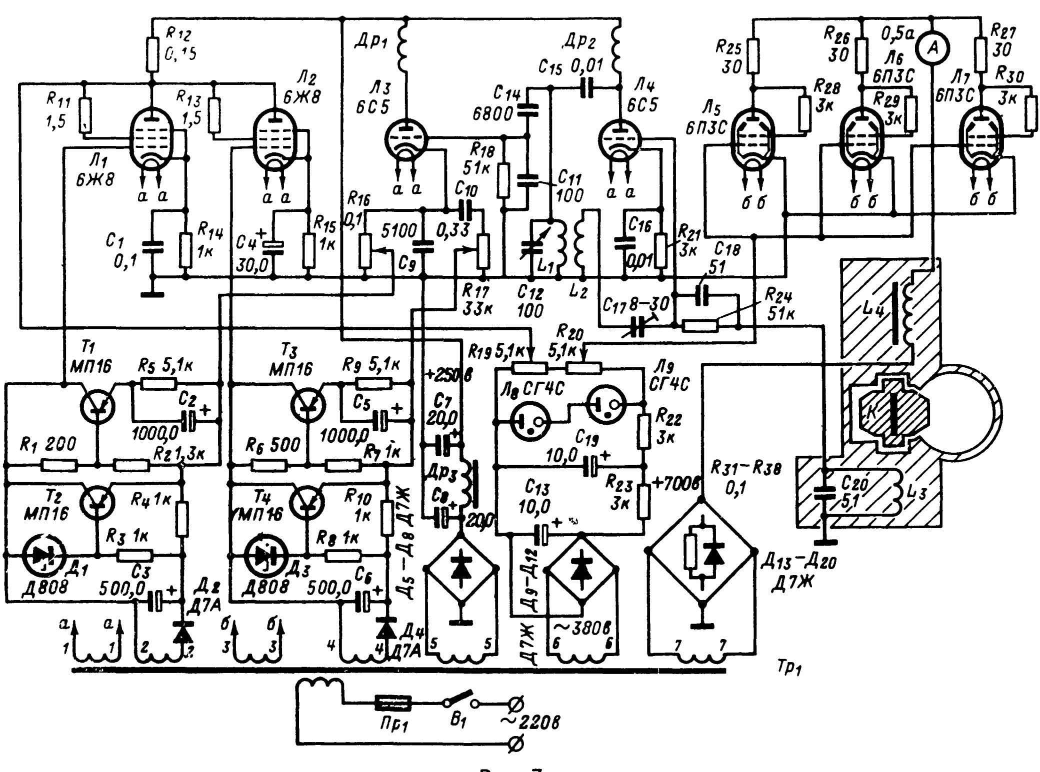

R12 0,15
R11 1,5
R13 1,5
Л1 6Ж8
Л2 6Ж8
C1 0,1
R14 1к
C4 30,0
R15 1к
Др1
Л3 6С5
R16 0,1
5100
C9
C10 0,33
R17 33к
R18 51к
C14 6800
C15 0,01
Др2
C11 100
C12 100
L1
L2
Л4 6С5
C16 0,01
R21 3к
C18 51
C17 8–30
R24 51к
R25 30
R26 30
R27 30
0,5а
A
R28 3к
R29 3к
R30 3к
Л5 6П3С
Л6 6П3С
Л7 6П3С
L4
K
L3
C20 5,1
T1 МП16
R5 5,1к
C2
1000,0
R1 200
R2 1,3к
T2 МП16
R4 1к
R3 1к
Д1 Д808
C3 500,0
Д2 Д7А
T3 МП16
R9 5,1к
C5
1000,0
R6 500
R7 1к
T4 МП16
R10 1к
R8 1к
Д3 Д808
C6 500,0
Д4 Д7А
Д5–Д8 Д7Ж
+250 в
C7 20,0
Др3
C8 20,0
R19 5,1к
R20 5,1к
Л8 СГ4С
Л9 СГ4С
R22 3к
C19 10,0
R23 3к
+700в
C13 10,0
Д9–Д12 Д7Ж
~380в
R31–R38 0,1
Д13–Д20 Д7Ж
Тр1
Пр1
В1
~220в

Рис. 7.

номерах и вискозиметрах. Желательно для регулирования положения крыльчатки в пространстве использовать тиристорное устройство регулирования, которое будет более компактным и экономичным и позволит осуществить качественную регулировку при помощи изменения фазы отпирающего импульса.

Рассмотрим электронные установки для контроля числа оборотов вращающихся деталей, например крыльчаток.

На рис. 8 изображена принципиальная схема *самопишущего многопредельного переносного частотомера,* сконструированного Л. Ф. и Ю. Л. Мажаровыми и В. Ф. Дудиным. Прибор выполнен на базе самопишущего многопредельного миллиамперметра и позволяет регистрировать непрерывно частоту следования импульсов отрицательной полярности, поступающих с соответствующих датчиков (вертушек и крыльчаток расходомеров). Минимальная амплитуда импульса 1,5 *в*. Прибор имеет три диапазона счета при классе точности 2,5: 0—16, 0—50 и 0—550 *гц*. Питание прибора универсальное: от сети или от аккумуляторов и батарей через преобразователь, имеющийся в самописце.

Частотомер работает следующим образом. Импульсы с датчика поступают в согласующий каскад, выполненный по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе T_1, далее на дифференцирующую ячейку C_1, $Д_1$ и через диод $Д_2$ на вход триггера. Триггер (транзисторы T_2 и T_3) управляет транзисторным ключом (транзистор T_4), переключающим в свою очередь конденсатор C_4 с заряда на разряд. Смена циклов заряд — разряд происходит с частотой следования регистрируемых импульсов. Таким образом, средний разрядный ток конденсатора C_4, регистрируемый миллиамперметром, пропорционален этой частоте. Для исключения погрешности, связанной с неполным разрядом конденсатора C_1, в дифференцирующей цепочке вместо резистора применен диод $Д_1$. Диод $Д_2$ защищает вход триггера от воздействия случайных импульсов и уменьшает влияние параметров запускающих импульсов на длительность выходных. Для стабилизации величины перепада напряжения на конденсаторе C_4 в приборе применены стабилитроны $Д_3$ и $Д_4$. Блок счета импульсов и блок питания смонтированы на двух гетинаксовых платах и размещены внутри самописца.

На рис. 9 показана упрощенная принципиальная схема *электронного счетчика импульсов ЭС-1 дискретного типа* (автор конструкции Г. Р. Акопян).

Прибор предназначен для полуавтоматического управления намоточным станком. Он считает витки, наматываемые на катушку реле, и останавливает станок по достижении нужного количества, а также может быть использован для подсчета и комплектования готовых изделий в количественные группы. При добавлении устройства, задающего время, с помощью этого прибора можно определять число оборотов вращающихся деталей.

Счетчик состоит из преобразователя считаемых единиц в импульсы напряжения, усилителя, четырех счетных декад, четырех идентичных ключевых схем запуска декатронов, цепей сброса и автоматического управления намоточным станком.

Преобразователь выполнен по типовой схеме на фотодиоде $Д_1$ и транзисторе T_6. При изменении величины светового потока, падающего на фотодиод $Д_1$, транзистор T_6 открывается и на вход усилителя (транзистор T_1) поступает импульс напряжения. Усиленный импульс запирает транзисторы T_2 и T_3 ключевого устройства. При этом на вход первой пересчетной декады (все декады построены на

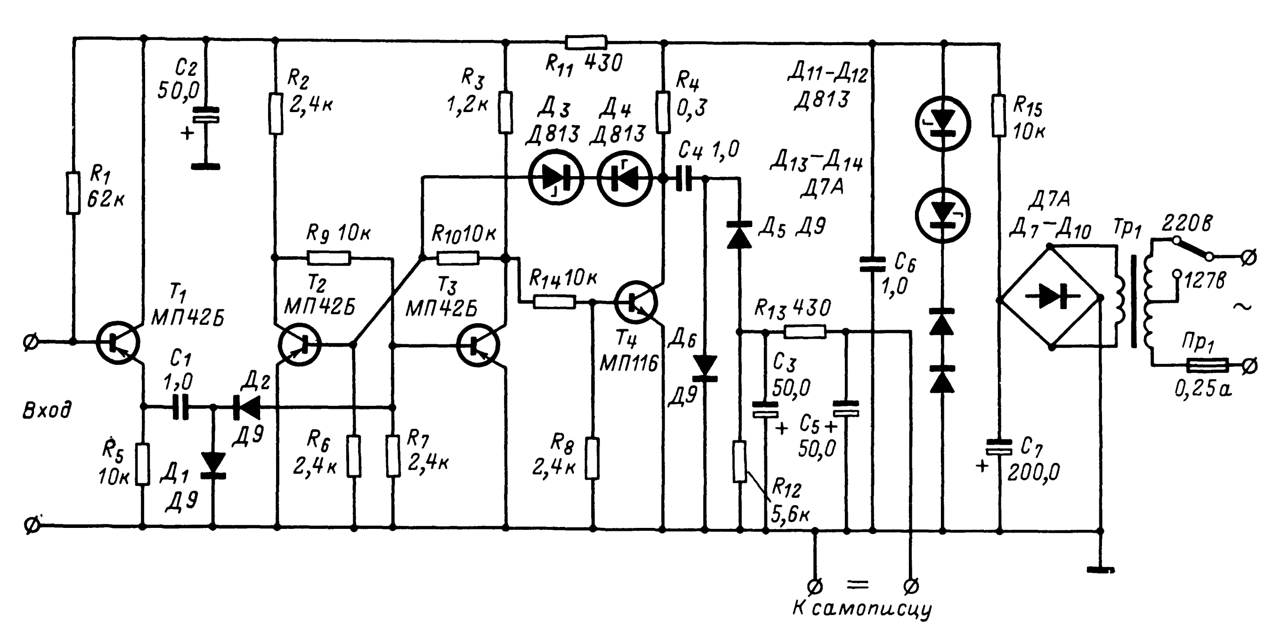
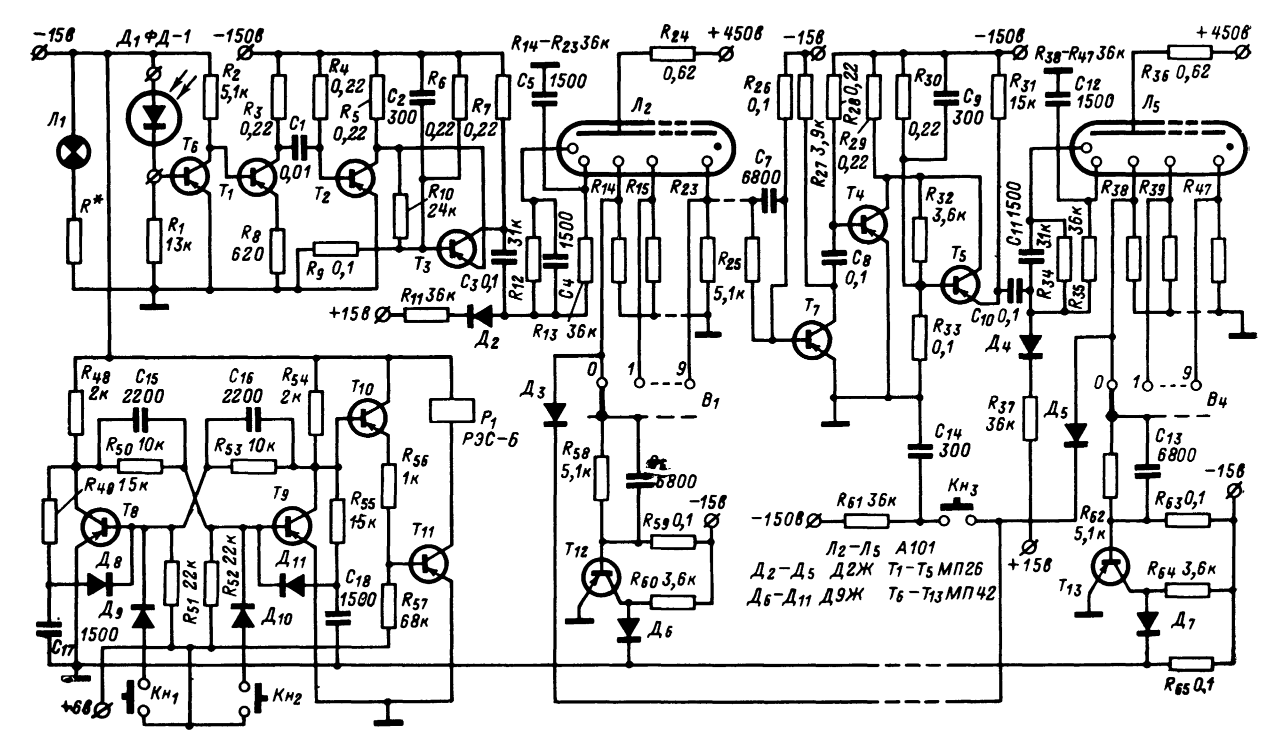

C2
50,0
R2
2,4к
R3
1,2к
R11 430
R4
0,3
Д11–Д12
Д813
Д3
Д813
Д4
Д813
C4 1,0
Д13–Д14
Д7А
R15
10к
R1
62к
R9 10к
R10 10к
Д5 Д9
Д7А
Д7–Д10
Тр1
220в
127в
C6
1,0
R14 10к
T1
МП42Б
T2
МП42Б
T3
МП42Б
T4
МП116
R13 430
Д6
Д9
Пр1
0,25а
C1
1,0
Д2
Д9
C3
50,0
C5
50,0
Вход
R5
10к
Д1
Д9
R6
2,4к
R7
2,4к
R8
2,4к
C7
200,0
R12
5,6к
К самописцу

Рис. 8.

2—1375



-15в
Д1 ФД-1
-150в
R14–R23 36к
R24
+450в
0,62
Л1
R*
R1 13к
R2 5,1к
R3 0,22
C1 0,01
R4 0,22
R5 0,22
C2 300
R6 0,22
R7 0,22
C5 1500
Л2
T6
T1
T2
T3
R8 620
R9 0,1
R10 24к
C3 0,1
R11 36к
+15в
Д2
R12 31к
C4 1500
R13 36к
R14
R15
R23
R25 5,1к
R26 0,1
R27 3,9к
R28 0,22
R29 0,22
C7 6800
C8 0,1
T4
T5
T7
R30 0,22
C9 300
R31 15к
R32 3,6к
R33 0,1
C10 0,1
C11 1500
R34 31к
R35 36к
R38–R47 36к
C12 1500
R36 0,62
Л5
R38
R39
R47
Д4
R37 36к
Д5
В1
В4
Д3
R58 5,1к
6800
R59 0,1
R60 3,6к
T12
Д6
-150в
R61 36к
Кн3
C14 300
Л2–Л5 А101
Д2–Д5 Д2Ж
Д6–Д11 Д9Ж
T1–T5 МП26
T6–T13 МП42
C13 6800
R62 5,1к
R63 0,1
R64 3,6к
T13
Д7
R65 0,1
R48 2к
C15 2200
C16 2200
R54 2к
T10
Р1 РЭС-6
R50 10к
R53 10к
R49 15к
T8
T9
R55 15к
R56 1к
T11
Д8
Д9
Д10
Д11
R51 22к
R52 22к
C18 1500
R57 68к
C17 1500
+6в
Кн1
Кн2

Рис. 9.

двухимпульсных коммутаторных декатронах А101 тлеющего разряда) поступает импульс отрицательной полярности амплитудой 150 *в*. Для расщепления поступившего импульса напряжения на два сдвинутых по времени используется *RC*-ячейка R_{12}, R_{13}, C_4, C_5. По мере поступления импульсов на вход декатрона зона тлеющего разряда будет последовательно перемещаться с одного индикаторного катода на другой. При этом на резисторах R_{14}—R_{23} будут выделяться положительные импульсы напряжения. Эти резисторы через переключатель B_1 и фазоинверсный каскад на транзисторе T_{12} присоединены к соответствующему входу устройства совпадений. При переходе тлеющего разряда на нулевой индикаторный катод импульс с резистора R_{23} через предварительный усилитель и ключевое устройство поступит на вход второго декатрона (на схеме не показан). При накоплении соответствующего количества импульсов начнет работать третий декатрон (на схеме также не показан). С выхода третьего декатрона импульсы с резистора в цепи нулевого индикаторного катода (аналогично R_{23}) через предварительный усилитель (транзистор T_7) и ключевое устройство на транзисторах T_4, T_5 поступают на вход четвертого декатрона и с него на фазоинверсный каскад, и далее на вход схемы совпадений (транзистор T_{13}, диод $Д_7$).

Индикаторные катоды декатронов через цепи коммутации (переключатели B_1—B_4) и фазоинверсные каскады (транзисторы T_{12}, T_{13}) присоединены к схеме совпадений, которая срабатывает при одновременном воздействии сигнала на все четыре ее входа. Программу работы (нужное количество витков для намотки) прибору задают, подключая к схеме совпадений при помощи переключателей B_1—B_4 соответствующие индикаторные катоды декатронов. При работе намоточного станка на вход прибора будут поступать импульсы, количество которых равно количеству наматываемых витков. В момент окончания намотки на выходе устройства совпадений возникает перепад напряжения. Этот перепад, воздействуя на вход триггера (транзисторы T_8, T_9), приводит к срабатыванию реле P_1, которым выключается намоточный станок. Перед началом работы подачей отрицательного импульса амплитудой 150 *в* на нулевые индикаторные катоды все декатроны переводят в нулевое положение. Требуемый импульс снимается с конденсатора C_{14} при замыкании кнопки $Кн_3$ «Сброс». Кнопкой $Кн_1$ «Пуск» приводится в рабочее положение триггер, а кнопка $Кн_2$ «Стоп» позволяет остановить станок в случае необходимости (обрыв провода, нарушение режима намотки и др.).

Конструктивно прибор выполнен в одном блоке, как показано на рис. 10. Преобразователь с усилителем установлены на намоточном станке, а кнопки управления смонтированы на выносном пульте. Недостаток этой конструкции — отсутствие автоматического останова станка при обрыве провода и отсутствие автоматического перевода прибора в рабочее положение при окончании цикла намотки.

Другой вариант электронного счетчика дискретного типа показан на рис. 11. Это *счетчик книжных блоков для ниткошвейных машин типа СИБ-1,* сконструированный В. А. Коллонтаем, М. Б. Богуславским, Н. А. Чайкой и В. В. Чаплием и предназначенный для автоматического счета тетрадей, составляющих книжные блоки, и самих книжных блоков в ниткошвейных машинах, применяемых в типографиях. В отличие от существующих счетчиков в нем полностью исключена возможность счета изделий при работе машины на холостом ходу. Прибор состоит из преобразователя считаемых книжных

тетрадей в электрические импульсы, каскадов формирования импульсов, двухразрядного декатронного счетчика, устройства управления и автоматического сброса, электромеханического счетчика.

Прибор работает следующим образом. Тетради при движении по боковому столу машины попадают в световой поток осветителя $Л_1$. Свет, отражаясь от поверхности тетрадей, освещает фоторезистор R_1. При этом срабатывает формирующий каскад, выполненный по схеме триггера на лампе $Л_2$, и на вход усилителя лампы $Л_{4а}$ поступает прямоугольный импульс напряжения. Для счета импульсов в схеме использованы декатроны А101. Индикаторные катоды декатронов через переключатели $В_2$ и $В_3$ подключены к устройству совпадений. С помощью этих переключателей устанавливают необходимое количе-

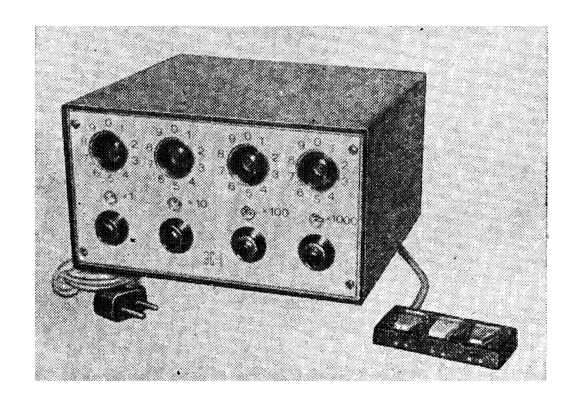


Рис. 10.

ство тетрадей в книжном блоке. При наборе этого количества устройство совпадений срабатывает и на поджигающий электрод тиратрона (лампа $Л_7$) поступает импульс управления. При этом счетчик импульсов на декатронах вернется в нулевое положение, откроется лампа $Л_8$, сработает реле $Р_1$, его нормально разомкнутые контакты замкнутся и электромеханический счетчик зарегистрирует готовый книжный блок. Ручной перевод электронного счетчика в нулевое положение осуществляется кнопкой $Кн_1$ «Сброс». Для отключения электронного счетчика при повторном шитье блоков предусмотрен тумблер $В_1$ «Счет выкл.». Внешний вид прибора показан на рис. 12.

Мы рассмотрели различные конструкции электронных счетчиков. Все они содержат разной сложности электронные блоки счета и требуют квалифицированного обслуживания. В условиях повышенной влажности и запыленности эксплуатация этих приборов требует принятия специальных мер (герметизация и др.). Поэтому значительный интерес представляет конструкция В. А. Спивака *автоматический пылевлагозащищенный пожаровзрывобезопасный счетчик ферромагнитных, изделий движущихся по конвейеру*, который лишен перечисленных выше недостатков. Принципиальная схема прибора показана на рис. 13,*а*. Собственно электроники в ней нет. Конструкцию составляют соединенные в единую цепь магнитоуправляемый герметический

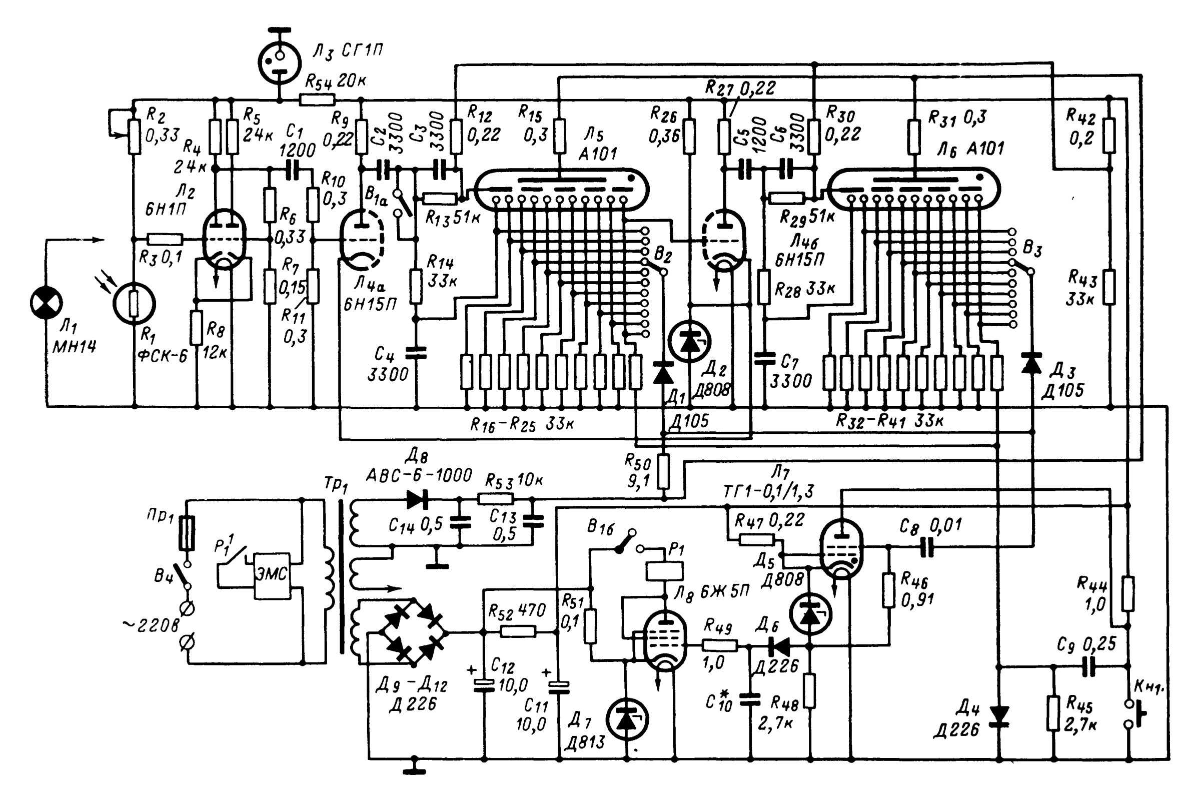

Л3 СГ1П
R54 20к
R2 0,33
R4 24к
R5 24к
C1 1200
R9 0,22
C2 3300
C3 3300
R12 0,22
R15 0,3
Л5 А101
R26 0,36
R27 0,22
C5 1200
C6 3300
R30 0,22
R31 0,3
Л6 А101
R42 0,2
Л2 6Н1П
R10 0,3
B1а
R13 51к
R29 51к
Л4б 6Н15П
R6 0,33
R3 0,1
B2
B3
R7 0,15
R11 0,3
Л4а 6Н15П
R14 33к
R28 33к
R43 33к
Л1 МН14
R1 ФСК-6
R8 12к
C4 3300
Д2 Д808
C7 3300
Д3 Д105
Д1 Д105
R16–R25 33к
R32–R41 33к
R50 9,1
Д8 АВС-6-1000
R53 10к
Тр1
Л7 ТГ1-0,1/1,3
Пр1
C14 0,5
C13 0,5
R47 0,22
C8 0,01
B1б
Р1
Р1¹
В4
ЭМС
Д5 Д808
Л8 6Ж5П
R51 0,1
R52 470
R44 1,0
R46 0,91
~220В
R49 1,0
Д6 Д226
C9 0,25
C12 10,0
C11 10,0
Д9–Д12 Д226
Д7 Д813
C10*
R48 2,7к
Д4 Д226
R45 2,7к
Кн1.

Рис. 11.

контакт (геркон) *1* типа КЭМ-3 и электромеханический счетчик *3*. В непосредственной близости от геркона *1* размещен постоянный магнит *2*. Геркон *1* и магнит 2 размещены в герметическом стакане из немагнитного материала (медь, латунь, пластмасса).

В исходном состоянии под действием постоянного магнита правый по схеме нормальнозамкнутый контакт геркона *1* разомкнут и

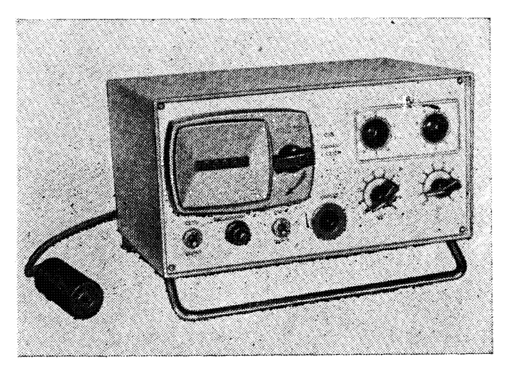


Рис. 12.

электрическая цепь питания электромеханического счетчика прервана. Когда изделие из ферромагнитного материала (гайка *4*) приблизится к магниту *2*, основная часть магнитного потока будет протекать через нее. При этом правый по схеме контакт геркона замкнется со

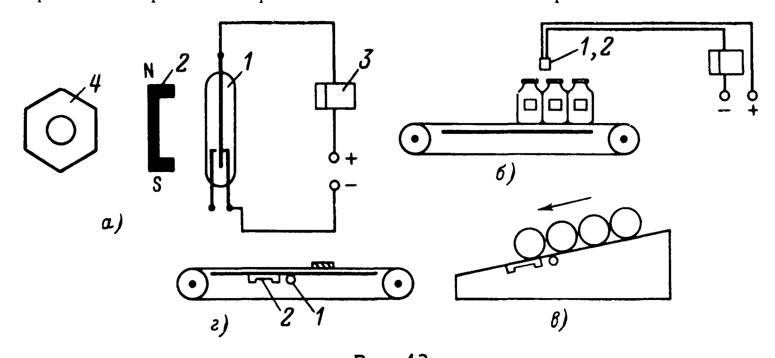


Рис. 13.

средним (этот момент изображен на рисунке) и электромеханический счетчик сработает. Как только гайка *4* пройдет дальше, геркон вернется в исходное состояние.

На рис. 13,*б* показана возможность использования такого счетчика для подсчета стеклянных банок со стальными крышками. В этом случае геркон *1* с постоянным магнитом *2* располагаются над банками. На рис. 13,*в* показано расположение геркона и магнита для счета круглых металлических изделий, скатывающихся по лотку или

уклону (например, металлических бочек). В этом случае, также как и при подсчете изделий из стали, движущихся по конвейерной ленте (см. рис. 13,*г*), геркон *1* и магнит *2* располагают под лотком или лентой.

Возможности применения такого счетного устройства довольно широки. Обслуживать его могут рабочие самой низкой квалификации. Эти установки экономичны ввиду того, что потребляют ток только в момент прохождения считаемого изделия, и долговечны, так как в нормальных условиях герконы допускают 10 миллионов срабатываний.

На рис. 14 показана принципиальная схема *контактного электронного указателя уровня угольной пыли в бункере,* сконструированного А. В. Дынькиным.

В основу работы прибора положена зависимость параметров контура генератора высокой частоты от диэлектрических потерь, вносимых пылью. Прибор состоит из ВЧ генератора и двух датчиков — латунных трубок диаметром 38 *мм*, закрепленных внутри бункера горизонтально с двух сторон. Генератор выполнен по двухконтурной схе-

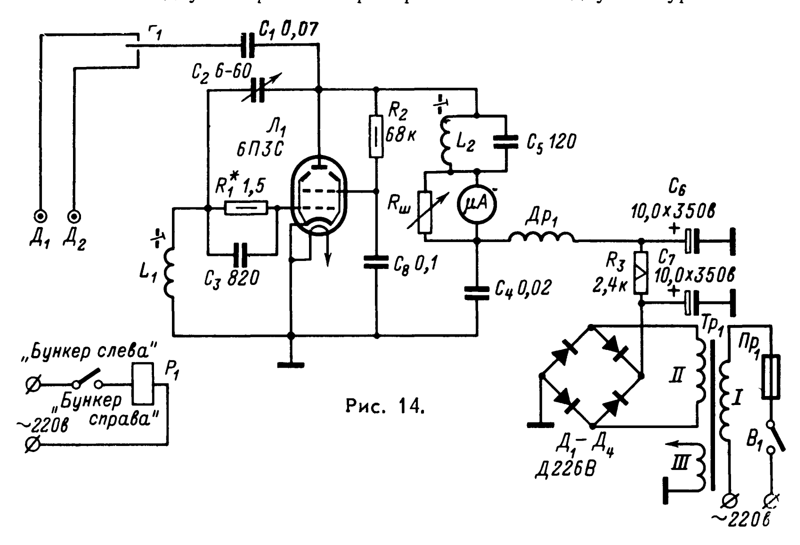


Рис. 14.

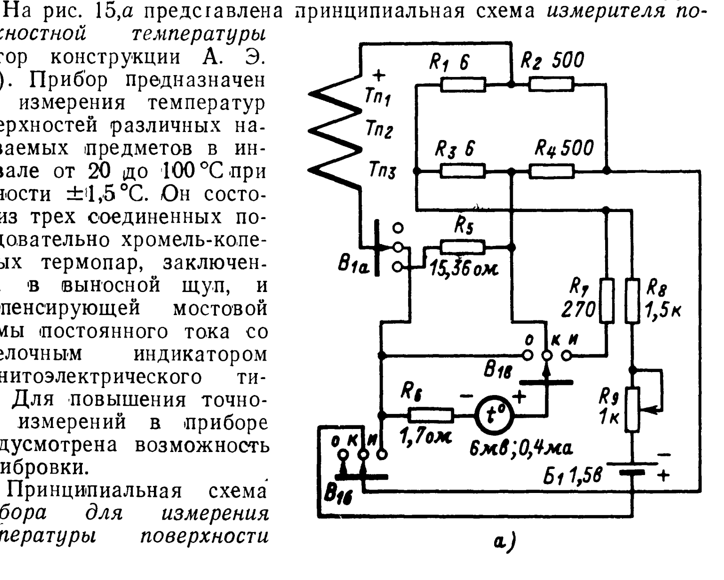
ме на лампе 6П3С (*Л*$_1$) с обратной связью через подстроечный конденсатор *С*$_2$. При включении питания в генераторе возбуждаются ВЧ колебания с частотой около 7 *Мгц*. Эти колебания поступают по экранированному кабелю на датчик *Д*$_1$ или *Д*$_2$ (нужный датчик подключается с помощью контактов реле *Р*$_1$). Датчики изолированы от стен бункера и имеют контакт только со средой. Вокруг датчиков возникает высокочастотное электромагнитное поле. Изменение уровня пыли вызывает изменение нагрузки генератора и в конечном результате — колебания анодного тока лампы *Л*$_1$, которые регистрируются стрелочным индикатором. Такая конструкция прибора может быть использована не только для измерения уровня угольной пыли, но при соответствующей регулировке для контроля влажности сыпучих продуктов и для решения других сходных задач.

Приборы для измерения и регулирования температуры

Определение температуры различных объектов необходимо при контроле ряда производственных процессов. Применение для этой цели электронных термометров вполне оправдано, так как они позволяют передавать данные измерений на нужные расстояния и создавать простые и надежные системы регулирования температуры.

На рис. 15,*а* представлена принципиальная схема *измерителя поверхностной температуры* (автор конструкции А. Э. Раэ). Прибор предназначен для измерения температур поверхностей различных нагреваемых предметов в интервале от 20 до 100 °С при точности ±1,5 °С. Он состоит из трех соединенных последовательно хромель-копелевых термопар, заключенных в выносной щуп, и компенсирующей мостовой схемы постоянного тока со стрелочным индикатором магнитоэлектрического типа. Для повышения точности измерений в приборе предусмотрена возможность калибровки.

Принципиальная схема *прибора для измерения температуры поверхности*



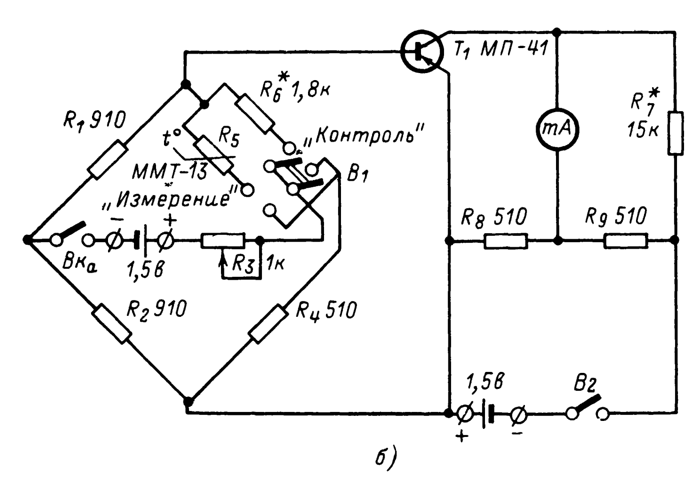


Рис. 15.

изоляции трубопроводов В. Н. Завгороднего показана на рис. 15,*б*. Прибор построен по схеме неуравновешенного моста. В качестве чувствительного элемента в схеме использован термистор R_5 типа ММТ-13. Применение усилителя постоянного тока, выполненного на транзисторе типа МП-41, позволило использовать грубый стрелочный индикатор. Питание прибора осуществляется от двух элементов «343». Предусмотрена возможность калибровки по питанию. Прибором можно измерять температуры от 40 до 120 °С с точностью ±1 °С. Время одного измерения — одна минута.

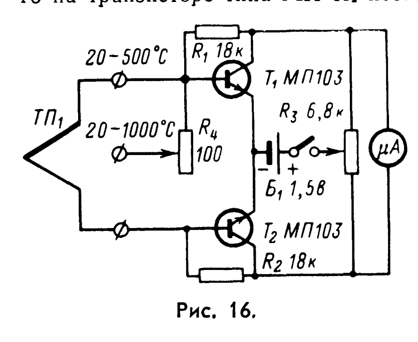


Рис. 16.

Радиолюбитель Е. В. Гужов сконструировал *прибор для измерения высоких температур,* принципиальная схема которого дана на рис. 16. Прибор работает совместно с трубчатой электропечью аппарата каталитического галогенирования предельных углеводородов и предназначен для измерения температур в интервалах от 20 до 500 °С и от 20 до 1 000 °С с точностью 1—2%. Он представляет собой усилитель по току, выполненный на двух транзисторах типа МП103, ко входу которого подсоединяется хромель-алюмелевая термопара. Источником питания прибора служит один элемент 343.

На рис. 17 изображена простая схема терморегулятора, представляющего собой триггер Шмитта с температурнозависимым дели-

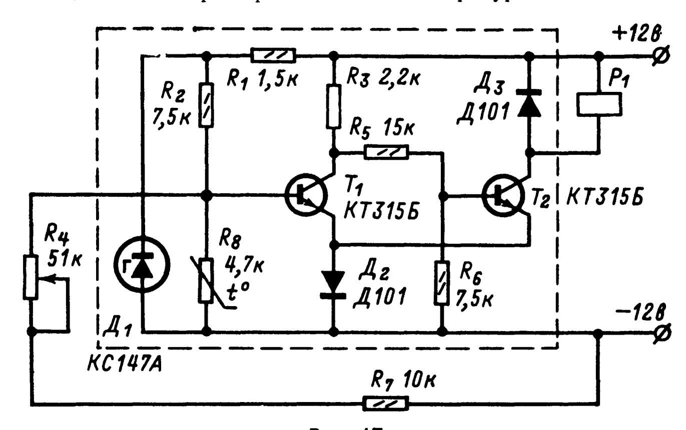


Рис. 17.

телем напряжения в цепи базы транзистора T_1, состоящим из резистора R_2 и термистора R_8 типа СТ1-17. Уровень регулирования температуры устанавливается резистором R_4. При температуре измеряемой среды ниже заданной транзистор T_1 открыт, а транзистор T_2 закрыт.

При повышении температуры сопротивление термистора падает, снижается величина напряжения на базе транзистора T_1 и схема триггера опрокидывается. При этом срабатывает реле P_1 типа РЭС-9 и своими контактами отключает нагреватель. При указанных на схеме параметрах прибор позволяет регулировать температуру в пределах от 28 до 40 °C с точностью ±1 °C.

Другая схема простого терморегулятора изображена на рис. 18. Это обычный мост, в одно плечо которого установлен датчик-термистор R_7. Остальные плечи образованы резисторами R_2, R_3, R_4, R_1, R_8. Одна диагональ моста питается напряжением 12 *в* от источника постоянного тока. В другую диагональ включена транзисторная переключающая схема. В исходном состоянии оба транзистора закрыты. При повышении температуры напряжение на базе транзистора T_1 повышается. Когда оно дойдет до определенной величины, оба транзистора открываются и срабатывает реле P_1. Температуру, которую необходимо поддерживать, устанавливают при помощи переменного резистора R_8. Регулятор при указанных на схеме номиналах деталей позволяет регулировать температуру в пределах от 15 до 60 °C с точностью ±0,1 °C. Описания терморегуляторов, схемы которых изображены на рис. 17 и 18, опубликованы в журнале «Радио», 1970, № 10.

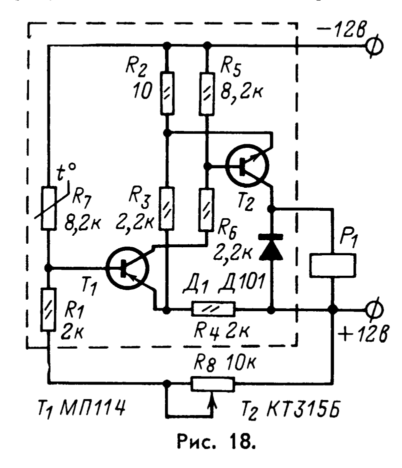


Рис. 18.

Приборы для отбраковки готовых изделий и контроля их параметров

Разбраковка готовых изделий — одна из основных трудоемких операций любого производства. При массовом выпуске однотипных изделий использование стандартной аппаратуры ОТК или субъективный контроль процесса связаны с большими затратами времени. В некоторых случаях качественный контроль вообще не может быть обеспечен. Естественно, что значительная часть экспонатов, демонстрировавшихся на последних радиолюбительских выставках, посвящена решению задач контроля и отбраковки готовых изделий. По своему назначению приборы, предназначенные для решения этих задач, можно разделить на две основные группы: приборы для контроля отдельных элементов различных конструкций и приборы для контроля готовых блоков различной аппаратуры, состоящих из нескольких десятков элементов.

На рис. 19 изображена принципиальная схема *прибора для проверки магнитов* (авторы конструкции В. Р. Щека, В. П. Иванов, В. В. Волошин). Принцип действия основан на сравнении проверяемого магнита с образцовым. Прибор состоит из генератора, выполненного по схеме с Г-образным четырехполюсником на лампе $Л_1$,

Рис. 19.

катодного повторителя на лампе $Л_2$ и измерительного моста, в измерительную диагональ которого включен нуль-индикатор $ИП_1$. Частота колебаний генератора 200 *кгц*. Измеряемый и эталонный магниты вводят в катушки индуктивностей L_1 и L_2.

Прибор смонтирован в одном блоке. На переднюю панель выведены ручки регулировки чувствительности (резистор R_9) и калибровки (резистор R_{16}), измерительный прибор $ИП_1$, включатель сети $В_1$ и гнездо для контролируемого магнита. На шкале прибора нанесены цветные полосы с надписями: «Брак» и «Годен».

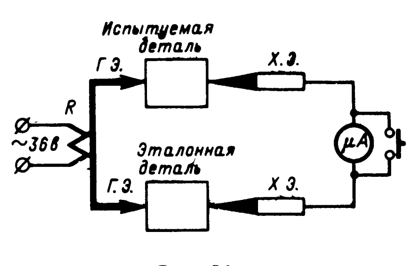


Рис. 20.

Прибор для неразрушающего контроля изделий по маркам стали, сконструированный В. И. Хохловым и В. П. Шалаевым, работает по принципу сравнения термо-э. д. с., возникающих в контролируемой и эталонной деталях. Функциональная схема прибора изображена на рис. 20. Практически сравнение осуществляется следующим образом. Испытуемая и эталонная детали помещаются между мощными горячими (*Г. Э.*) и холодными (*Х. Э.*) электрода-

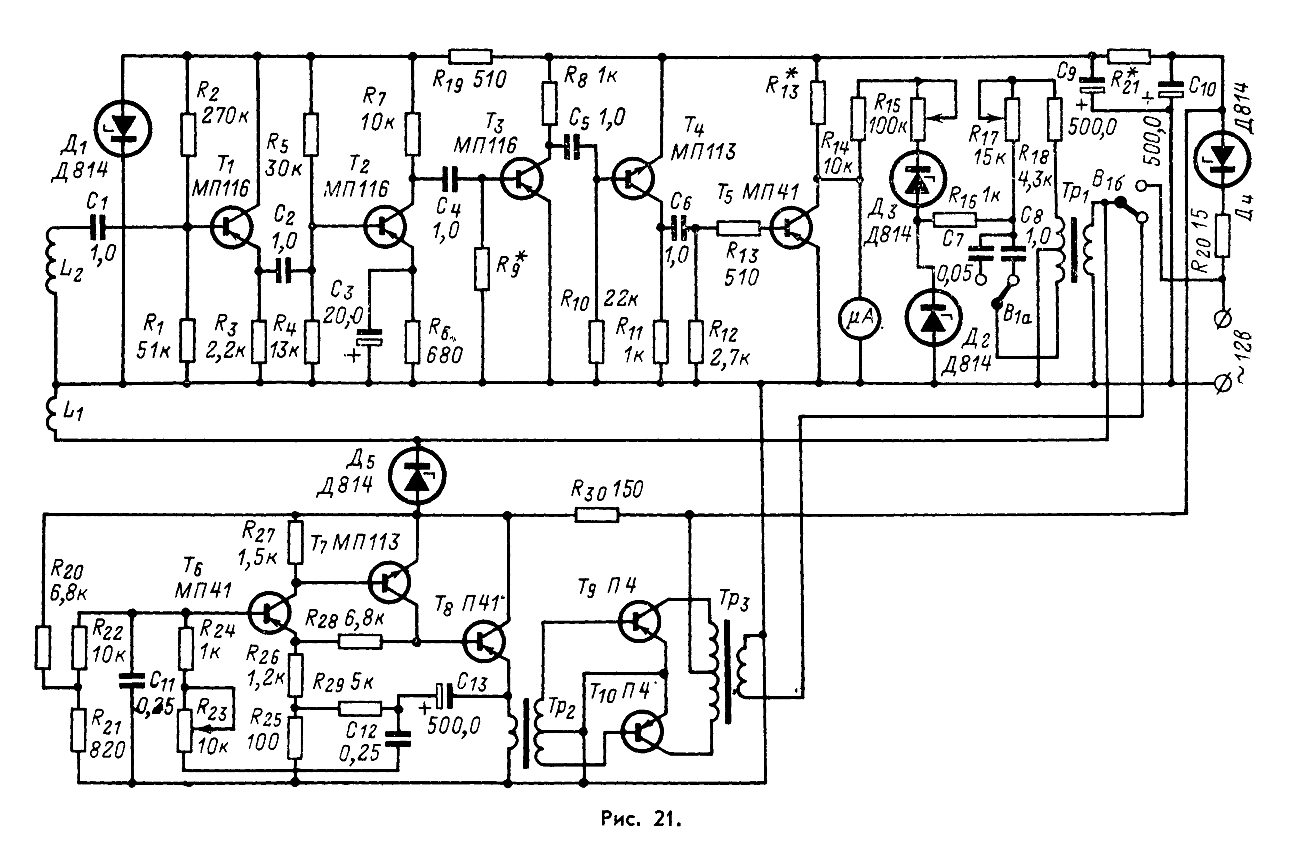

Д1 Д814
C1 1,0
L2
L1
R2 270к
R1 51к
T1 МП116
R5 30к
R3 2,2к
R4 13к
C2 1,0
T2 МП116
R7 10к
C3 20,0
R6 680
R19 510
C4 1,0
T3 МП116
R9*
R8 1к
C5 1,0
R10 22к
T4 МП113
R11 1к
C6 1,0
R12 2,7к
T5 МП41
R13 510
R13*
R14 10к
μA
R15 100к
Д3 Д814
Д2 Д814
R16 1к
C7 0,05
R17 15к
R18 4,3к
C8 1,0
B1а
C9 500,0
R21*
C10 500,0
Тр1
B1б
Д4 Д814
R20 15
~12в
Д5 Д814
R30 150
R20 6,8к
R22 10к
R21 820
C11 0,25
T6 МП41
R24 1к
R23 10к
R27 1,5к
T7 МП113
R28 6,8к
R26 1,2к
R29 5к
R25 100
C12 0,25
C13 500,0
T8 П41
Тр2
T9 П4
T10 П4
Тр3

Рис. 21.

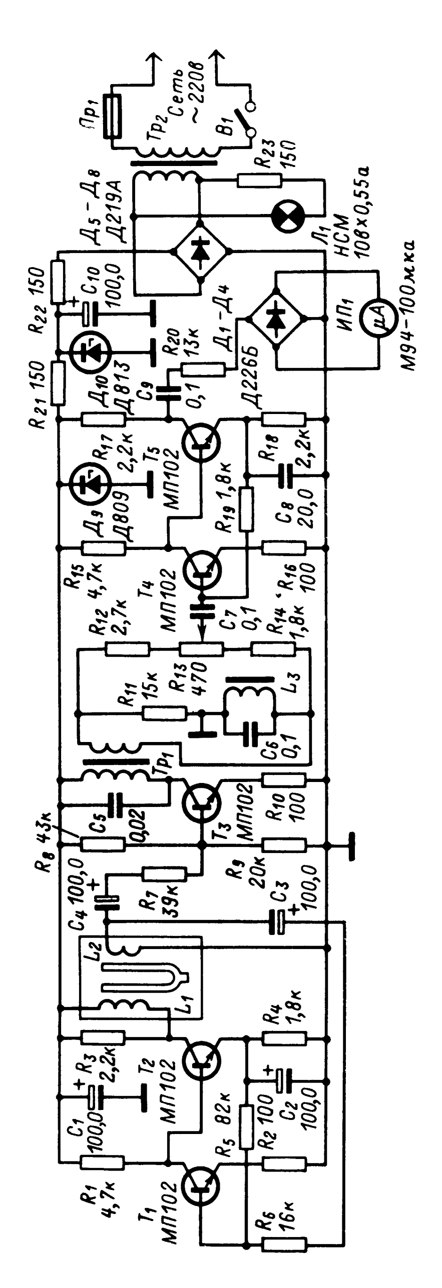


Рис. 22.

ми, как показано на схеме. При включении нагревательного элемента *R* в сеть электроды *Г. Э.* разогреются. В их цепях возникнет термо-э. д. с., потечет ток. Если контролируемая и эталонная детали сделаны из одинаковых марок стали, ток в цепи эталонной детали будет равен по величине току в цепи испытуемой детали, но направлен в противоположную сторону. Показания микроамперметра, включенного между холодными электродами, при этом будут равны нулю. Если по своим свойствам проверяемый образец отличается от эталонного, то через микроамперметр потечет ток. На его шкале нанесена область допустимых отклонений свойств испытуемой и эталонной деталей.

В качестве горячих и холодных электродов используют массивные медные стержни. Поскольку теплопроводность материала электродов и испытуемых деталей довольно высока, время измерения не превышает нескольких секунд.

На рис. 21 изображена принципиальная схема *прибора КВТ-3 для проверки качества паек соединений лобовых частей обмоток электрических машин*, созданного Н. В. Домрачевым, П. М. Сви и А. Н. Бодряшкиным. Для работы прибора используются так называемые «вихревые токи» (токи Фуко). Известно, что если металлический предмет поместить в переменное электрическое поле, то в нем индуцируется вторичное поле, сдвинутое по фазе относительно первичного на величину тем большую, чем монолитней образец. Трещи-

ны, пустоты и другие нарушения монолитности приводят к уменьшению фазового сдвига между первичным и вторичным полем. Первичное электрическое поле в испытуемой детали возбуждается катушкой, которая питается от генератора, выполненного на транзисторах T_6—T_{10} напряжением с частотой от 100 до 500 *гц* в зависимости от толщины контролируемого изделия. Для регулировки частоты служит переменный резистор R_{23}. Вторичное поле, индуктированное в испытуемом предмете, наводит в индикаторной катушке L_2 переменную э. д. с., равную по частоте первичному напряжению, но сдвинутую по фазе. Фазовый сдвиг определяется качеством паек (отсутствием непропаянных мест, трещин и т. д.). Сигнал с катушки L_2 усиливается усилителем, выполненным на транзисторах T_1—T_4, и поступает на синхронный детектор, собранный на транзисторе T_5. Опорное напряжение на этот детектор поступает с выходного трансформатора $Тр_3$ генератора через фазовращатель, выполненный на трансформаторе $Тр_1$, конденсаторах C_7, C_8 и резисторах R_{14}—R_{18}. Нуль измерительного прибора устанавливается резистором R_{17} при испытании непаянного образца. 100 делений шкалы соответствуют полностью пропаянному соединению. Отклонение показаний стрелочного индикатора от максимальных указывает на некачественную пайку. Прибор выполнен переносным.

На рис. 22 изображена принципиальная схема *детектора короткозамкнутых витков* (конструктор А. Ю. Мотузас), который предназначен для определения короткозамкнутых витков катушек электромагнитов без сердечников, а также может быть использован для определения короткозамкнутых витков с точностью до одного витка в любых катушках индуктивности с внутренним диаметром не менее 6 *мм*, наружным диаметром не более 30 *мм* и диаметром намоточного провода не менее 0,1 *мм*. Принцип действия основан на нарушении баланса измерительного моста при шунтировании измерительной катушки индуктивности L_3 короткозамкнутыми витками. Прибор состоит из генератора низкой частоты, выполненного по камертонной схеме на транзисторах T_1 и T_2. Генератор вырабатывает напряжение частотой 1 500 *гц*, стабилизированное по частоте камертоном. С выхода генератора напряжение через согласующий резонансный усилитель, собранный на транзисторе T_3 с резонансным контуром, состоящим из обмотки трансформатора $Тр_1$ и конденсатора C_5 и включенным в коллекторную цепь T_3, поступает на измерительный мост, в который входят измерительная катушка L_1 с выступающим сердечником и резисторы R_{11}—R_{14}. Переменным резистором R_{13} производят начальную балансировку моста. Измерительная катушка L_3 с помощью конденсатора C_6 настраивается в резонанс с частотой напряжения, питающего мост. При этом ее сопротивление имеет активный характер. При отсутствии короткозамкнутых витков в испытуемой катушке, надеваемой на выступающую часть сердечника L_3, мост сбалансирован и сигнал на выходе равен нулю. Если же в испытуемой катушке есть короткозамкнутые витки, баланс моста нарушается и появляется сигнал разбаланса, который усиливается двухкаскадным усилителем на транзисторах T_4, T_5 и регистрируется стрелочным индикатором $ИП_1$. Прибор выполнен в пластмассовом корпусе в виде настольного устройства. Камертонный генератор установлен на отдельной плате. Сам камертон изготовлен из стали У8. Детали генератора расположены вокруг камертона на печатной плате. Камертон и плата с деталями генератора заключены в полиэтиленовый футляр. Остальные узлы прибора смонтированы на печатных платах.

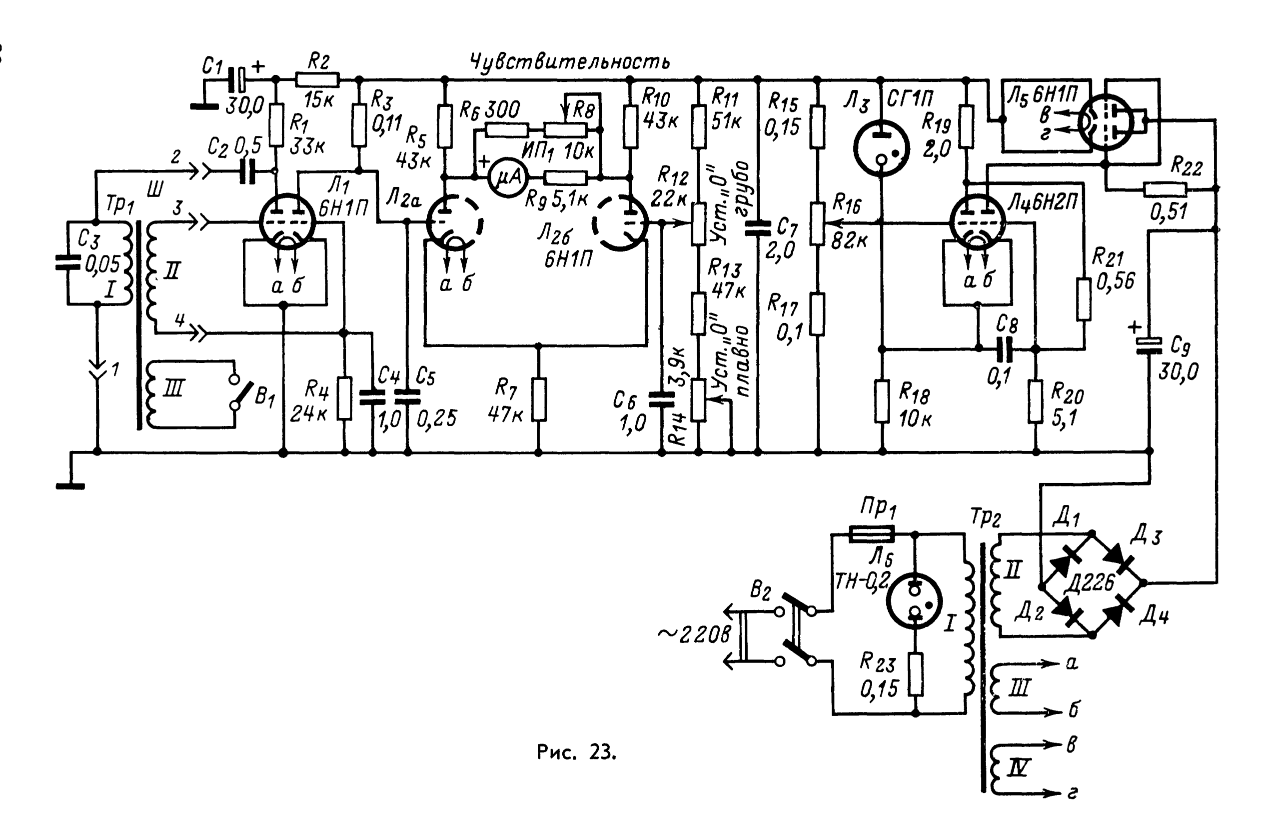

Чувствительность
C1 30,0
R2 15к
R1 33к
R3 0,11
R5 43к
R6 300
R8
ИП1 10к
μA
R9 5,1к
R10 43к
R11 51к
R12 22к
Уст. „0" грубо
R13 47к
Уст. „0" плавно
R14 3,9к
R15 0,15
R16 82к
R17 0,1
C7 2,0
Л3 СГ1П
R19 2,0
Л5 6Н1П
в
г
R22 0,51
Л4 6Н2П
R21 0,56
C8 0,1
R20 5,1
C9 30,0
R18 10к
C2 0,5
Л1 6Н1П
Л2а
Л2б 6Н1П
Тр1
Ш
C3 0,05
I
II
III
B1
1
2
3
4
а б
R4 24к
C4 1,0
C5 0,25
R7 47к
C6 1,0
Пр1
Тр2
Л6 ТН-0,2
В2
~220в
R23 0,15
Д1
Д2
Д3
Д4
Д226
IV

Рис. 23.

Принципиальная схема *лампового варианта обнаружителя короткозамкнутых витков* изображена на рис. 23. Это стенд для проверки короткозамкнутых витков в катушках трансформаторов и дросселей (автор конструкции Р. Г. Хабибулин). Принцип действия прибора заключается в изменении величины напряжения автоматического смещения на сетке лампы генератора при наличии в его контуре короткозамкнутого витка. Генератор, вырабатывающий напряжение часто-

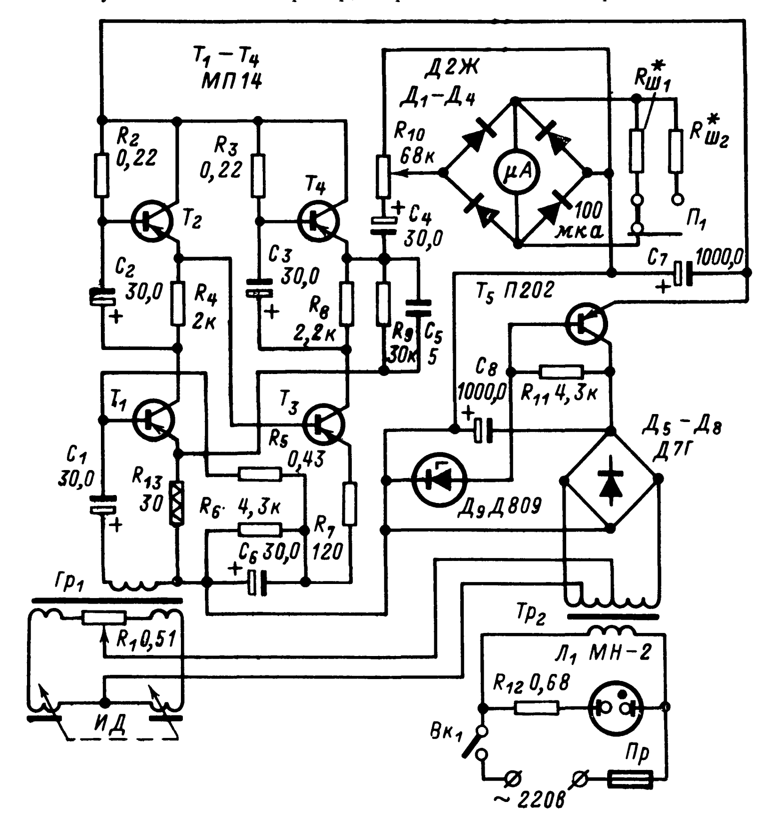


Рис. 24.

той 400 *гц*, выполнен на левой половине лампы $Л_1$ по трансформаторной схеме. Трансформатор $Тр_1$ собран на разомкнутом магнитопроводе, на свободный конец которого надевается испытуемая катушка. Для калибровки стенда предусмотрена возможность искусственного создания короткозамкнутого витка с помощью тумблера B_1. Изменение напряжения автоматического смещения на сетке левого по схеме триода лампы $Л_1$ при наличии короткозамкнутого витка в испытуемой катушке передается на сетку правого по схеме триода этой лампы, который работает в качестве усилителя постоян-

ного тока. С анода правого триода $Л_1$ сигнал поступает на вход балансного усилителя постоянного тока, собранного на лампе $Л_2$. Баланс усилителя нарушится, и в измерительной диагонали появится ток. Этот ток фиксируется измерительным стрелочным индикатором *ИП*.

Питание анодных цепей осуществляется стабилизированным напряжением. Электронный стабилизатор выполнен по типовой схеме на лампах $Л_3$—$Л_5$.

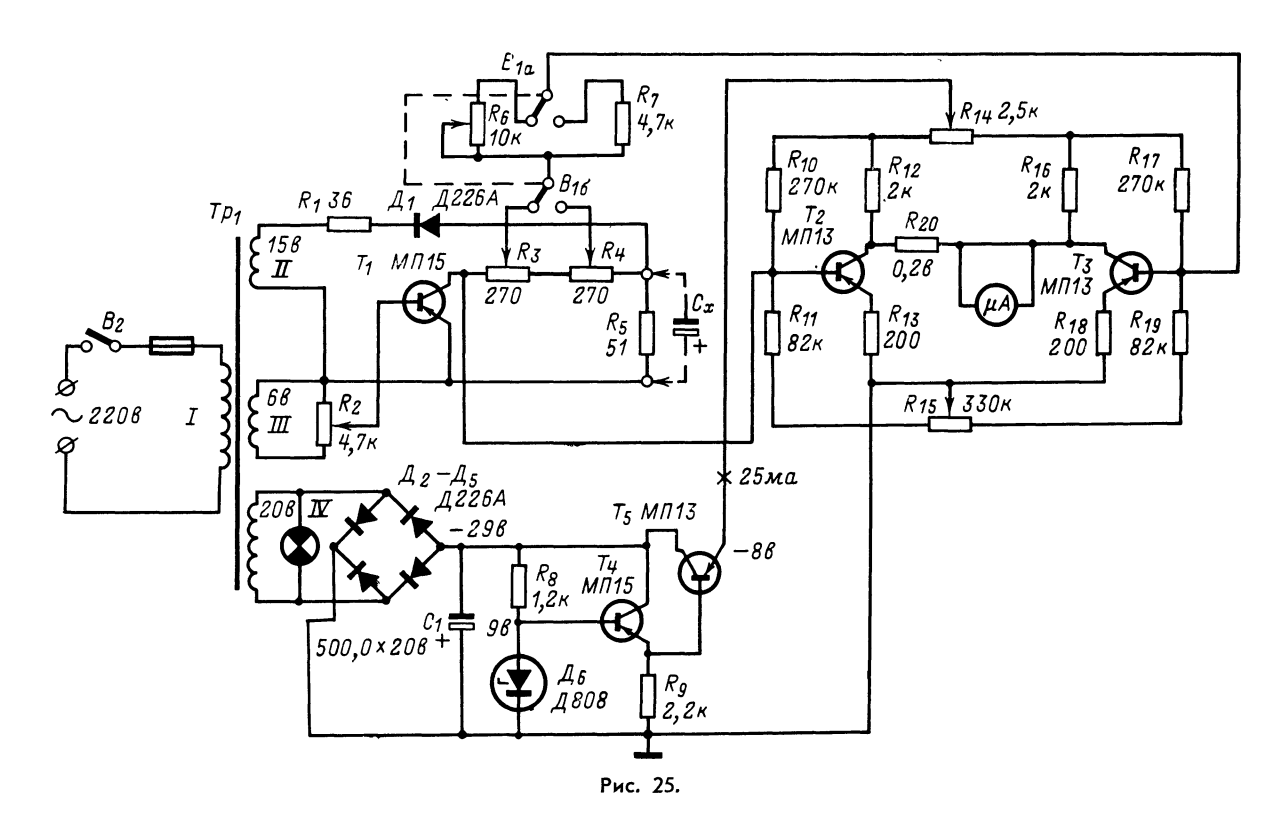
Прибор просто налаживается и надежен в работе. Потребляемая мощность от сети не превышает 30 *вт*.

Радиолюбитель А. Г. Ларионов сконструировал *электронный прибор для измерения углов режущего инструмента,* который позволяет быстро контролировать правильность углов заточки резцов, сверл, зенкеров и разверток. Прибор (см. схему на рис. 24) состоит из дифференциально-трансформаторного индуктивного датчика, включенного в измерительный мост, два плеча которого составлены катушками датчика, а два плеча — соответствующими обмотками трансформатора $Тр_1$. Питание моста осуществляется переменным напряжением городской сети. Резистор R_1 служит для начальной балансировки моста перед измерениями. Индуктивный датчик *ИД* устроен следующим образом. В зоне действия катушек помещен якорь, кинематически связанный с измерительным щупом прибора. Изменение положения якоря под влиянием движения измерительного щупа приводит к разбалансу измерительного моста, увеличивающегося пропорционально углу смещения измерительного щупа, прикладываемого к поверхности инструмента, угол заточки которого надо измерить. Сигнал разбаланса, снимаемый со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$, усиливается двухкаскадным усилителем, собранным на транзисторах $Т_1$—$Т_4$, включенных по каскодным схемам. Такое включение транзисторов дало возможность резко повысить коэффициент усиления каждого каскада при высокой стабильности положения рабочей точки. Оба каскада усилителя охвачены отрицательной обратной связью по переменному (резисторы R_9 и R_{13}) и по постоянному (резистор R_6) току. Усиленный сигнал разбаланса поступает на измерительный каскад, выполненный по мостовой схеме на диодах, в измерительную диагональ которого включен микроамперметр *ИП* типа М24 на 100 *мка*. Подключая параллельно микроамперметру *ИП* шунтирующие резисторы $R_{ш1}$ и $R_{ш2}$, изменяют пределы измерения углов: от 0 до $\pm 4{,}5°$ и от 0 до $\pm 45°$ соответственно с точностью $\pm 0{,}1°$ и 1°. Питание устройства осуществляют стабилизированным напряжением постоянного тока.

Прибор для измерения емкости электролитических конденсаторов без отключения их от схемы В. П. Зуева и В. П. Минченкова широко используется для проверки электролитических конденсаторов в различной радиоаппаратуре (режиссерские пульты и др.) и может найти применение при контроле различных радиоустановок бытового назначения (телевизоры, радиоприемники, усилители и магнитофоны).

Принципиальная схема прибора показана на рис. 25. Принцип действия его состоит в том, что средняя величина разрядного тока конденсатора при постоянных длительности и частоте разрядных циклов пропорциональна величине его емкости. Прибор состоит из электронного коммутатора, обеспечивающего смену зарядно-разрядных циклов испытуемого конденсатора, и вольтметра с балансным транзисторным усилителем. Электронный коммутатор собран на транзисторе $Т_1$, диоде $Д_1$ и обмотках *II* и *III* трансформатора $Тр_1$. Баланс-

3—1375



В1а
R6
10к
R7
4,7к
В1б
R1 3б
Д1 Д226А
Тр1
15в
II
T1 МП15
R3
R4
270
270
R5
51
Cx
+
В2
~220в
I
6в
III
R2
4,7к
20в
IV
Д2—Д5
Д226А
−29в
C1
500,0×20в
+
R8
1,2к
9в
Д6
Д808
T4
МП15
T5 МП13
R9
2,2к
25ма
−8в
R14 2,5к
R10
270к
R12
2к
R16
2к
R17
270к
T2
МП13
R20
0,2в
T3
МП13
μA
R11
82к
R13
200
R18
200
R19
82к
R15
330к

Рис. 25.

ный усилитель выполнен на транзисторах T_2 и T_3. Схема питается от выпрямителя на диодах $Д_2$—$Д_5$ со стабилизатором напряжения на диоде $Д_6$ и транзисторах T_4 и T_5.

Прибор работает следующим образом. Во время одного из полупериодов напряжения, питающего обмотку *II* трансформатора $Тр_1$, диод $Д_1$ открыт, а транзистор T_1 закрыт. В течение этого полупериода испытуемый конденсатор C_x заряжается до амплитудного напряжения через резистор R_1 и открытый диод $Д_1$. В следующий полупериод диод $Д_1$ закрывается, открывается транзистор T_1, и конденсатор C_x начинает разряжаться через резисторы R_3—R_5 и открытый переход эмиттер — коллектор транзистора T_1. Падение напряжения на резисторах R_3 и R_4 будет пропорционально среднему разрядному току, а следовательно, как отмечалось выше, среднему значению емкости испытуемого конденсатора C_x. Это падение напряжения измеряется вольтметром, шкала которого проградуирована в значениях емкости и рассчитана на два предела измерения: 2—20 *мкф* и 16—250 *мкф*. Диапазоны измерений изменяют переключателем B_1, а их границы устанавливаются переменными резисторами R_3 и R_4. Базовые токи транзисторов компенсируют, регулируя резистор R_6. Резистор R_2 служит для установки стрелки микроамперметра на нулевое деление. Подключение низкоомного резистора R_5 параллельно испытуемому конденсатору позволяет осуществить более глубокий разряд конденсатора C_x во время разрядного цикла и получить отсчет значения его емкости, независимый от величины нагрузки каскада, в котором он работает, так как сопротивление резистора R_5 заведомо ниже, чем у нагрузочного резистора. При повторении конструкции следует учесть следующее: транзисторы T_2 и T_3 подбираются с одинаковыми значениями коэффициентов усиления по току $B_{ст}$ в предполагаемом рабочем интервале температур и одинаковыми значениями $I_{к0}$. Прибор смонтирован на печатной плате в одном компактном блоке. Для присоединения к испытуемому конденсатору он снабжен кабелем с зажимами типа «крокодил».

Приборы для измерения физико-химических и механических характеристик различных материалов и процессов

Одной из характеристик, определяющих протекание целого ряда производственных процессов, служит давление газа, жидкости или пара. Для измерения давления наибольшее распространение получили манометры с одновитковой трубчатой пружиной, один конец которой присоединен к неподвижному трубчатому основанию, а другой — свободный — запаян наглухо. Внутренняя полость пружины соединяется герметичным разъемом с объектом, в котором требуется измерить давление. Под действием избыточного давления свободный конец трубчатой пружины стремится разогнуться, а так как он связан с приводом стрелочного измерительного механизма, то изменение давления будет проявляться в перемещении стрелки по шкале манометра. Приборы такого типа выпускаются для широкого диапазона давлений и имеют разный класс точности. Так как точность показаний манометров существенно зависит от температуры, то их присоединяют к контролируемому объекту через буферный слой жидкости. Манометры с трубчатой пружиной предназначены для установки в непосредственной близости от контролируемого объекта. Для передачи их показаний на значительные расстояния применяют специаль-

ные пневматические системы, что позволяет относить вторичные показывающие приборы на расстояние до 160—300 *м*, но при этом в 1,5—2 раза снижается класс точности первичных манометров и значительно усложняется конструкция измерительных систем. Учитывая это обстоятельство, радиолюбитель И. П. Терещенко разработал простую систему передачи показаний одновитковых трубчатых манометров на значительные расстояния без снижения класса точности измерений и без существенного усложнения измерительной установки. Принципиальная схема *дистанционного электромеханического манометра* показана на рис. 26. Прибор состоит из понижающего трансформатора $Тр_1$, дифференциального индуктивного датчика перемещений *ИД* и диодного моста со стрелочным индикатором в измерительной диагонали. Датчик *ИД* представляет собой двухсекционную катушку наружным диаметром 30 и высотой 50 *мм*, внутри которой

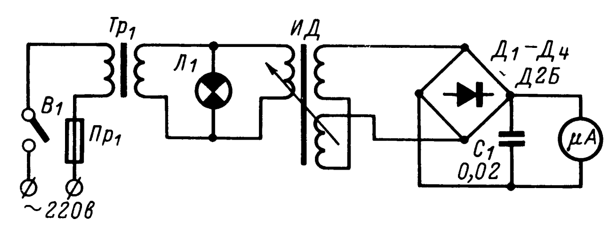


Рис. 26.

перемещается металлический сердечник, жестко связанный с механической системой привода измерительного механизма манометра. Первичная обмотка датчика равномерно распределена в обеих секциях катушки и содержит 460 витков провода ПЭЛ-0,35. Вторичные обмотки намотаны каждая в своей секции и содержат по 3 500 витков провода ПЭЛ-0,1. Вторичные обмотки включены навстречу друг другу так, что ток в измерительной диагонали диодного моста при нулевом положении сердечника равен нулю. Изменение давления в системе приводит к изменению положения свободного конца одновитковой пружины манометра, а тем самым к перемещению сердечника внутри катушки индуктивного датчика. При этом изменяются соотношение индуктивностей катушек, а следовательно, и показание стрелочного индикатора, шкала которого повторяет шкалу манометра. Так как в данном устройстве отсутствуют различные системы передачи первичного давления через пневмосистему на вторичный прибор и источником информации служит первичный манометр, то класс точности измерений не нарушается. Схема дистанционной передачи может быть упрощена путем замены понижающего трансформатора гасящим резистором либо конденсатором. Последний использовать экономически более выгодно, так как его сопротивление имеет реактивный характер. Требуемую емкость конденсатора можно найти по формуле

$$C=3\,152/R,$$

где C — емкость, *мкф*, а R — требуемое гасящее сопротивление, *ом*.

Конденсатор следует применять типа МБГ или МБГО на рабочее напряжение 400 или 600 *в*. В качестве стрелочного индикатора в приборе использован миллиамперметр с током полного отклонения 1 *ма*.

В своей конструкции дистанционного манометра И. П. Терещенко предусмотрел возможность работы устройства от источника постоянного тока через транзисторный преобразователь (на рис. 26 не показан). Нам кажется, что введение в схему транзисторного преобразователя — излишнее усложнение конструкции дистанционного манометра, так как на объектах, где требуется передача показаний манометров на значительные расстояния, должны быть источники тока промышленной частоты.

Определение толщины диэлектрического (лакокрасочного) покрытия на металлической основе — важная и сложная народнохозяйственная задача. Сотни тысяч изделий различного назначения ежедневно покрываются разнообразными защитными или декоративными пленками. Как правило, избыточный расход красителя приводит к увеличению толщины этих пленок и к снижению их прочностных характеристик. С другой стороны, снижение толщины пленок не обеспечивает требуемых защитных и декоративных свойств. Поддержание толщины пленок в необходимых пределах требует создания соответствующей контрольной аппаратуры. Наибольшее распространение для контроля толщины пленок получили индуктивные методы измерения, основанные на измерении индуктивности датчика в зависимости от величины зазора между разомкнутыми частями магнитопровода и замыкающей их металлической накладкой. Роль накладки выполняет металлическая основа контролируемой поверхности. Величина зазора целиком определяется толщиной лакокрасочного покрытия.

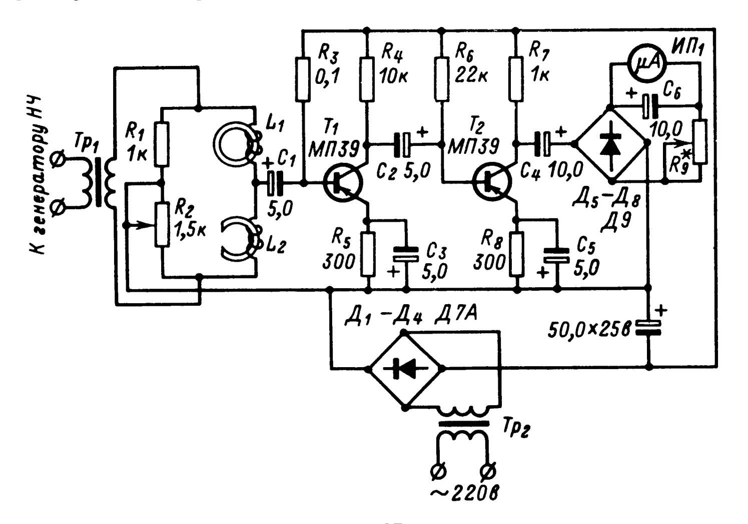


Рис. 27.

На рис. 27 представлена принципиальная схема сконструированного А. К. Цацориным и П. И. Смешновым *электронного толщиномера,* предназначенного для измерения немагнитных покрытий на ферромагнитной основе. Прибор состоит из генератора низкой частоты (на схеме не показан), измерительного моста (резисторы R_1 и R_2, катушки: компенсационная L_1 и измерительная L_2), двухкаскадного

усилителя (транзисторы T_1 и T_2) и микроамперметра чувствительностью 100—300 *мка* с выпрямителем на диодах $Д_5$—$Д_8$ Толщиномер работает следующим образом Колебания частотой 1 000 *гц* с генератора НЧ поступают через согласующий трансформатор $Тр_1$ на измерительный мост. Компенсационная катушка L_1 моста намотана на сплошном ферритовом кольце, а измерительная L_2 — на кольце с зазором, как показано на схеме. Мост настраивают по эталонной пластине без покрытия таким образом, чтобы при плотном прилегании этой пластины к зазору кольца L_2 он был уравновешен При наличии слоя покрытия между торцевыми пришлифованными поверхностями зазора кольца, на котором намотана катушка L_2 датчика, и металлической основой образца равновесие моста нарушается тем больше, чем толще слой покрытия. Появляющийся сигнал разбаланса усиливается, выпрямляется и вызывает соответствующее отклонение стрелки микроамперметра *ИП*. Прибор, по заключению экспертной комиссии радиоклуба, позволяет контролировать покрытия толщиной от 5 до 500 *мкм*. Недостатки прибора — зависимость показаний от свойств ферромагнитной основы и ограниченная сфера применения (возможность измерения покрытий только на такой основе).

Прибор, созданный Ю. С. Быховским, свободен от отмеченных выше недостатков, но более сложен. Его принципиальная схема дана на рис. 28. Это *измеритель толщины диэлектрических покрытий* на электропроводящей основе.

Прибор измеряет изменение индуктивности катушки L_1 датчика под влиянием удаленной на толщину диэлектрического покрытия электропроводной подложки. Эти изменения приводят к колебаниям частоты и тока нагрузки измерительного генератора. Для более точного измерения относительного изменения частоты применена схема сравнения частот эталонного и измерительного генераторов. Сигнал разностной частоты, который выделяется в смесителе, фиксируется транзисторным частотомером. С целью более точного измерения тока нагрузки измерительного генератора также используется схема сравнения напряжений, одно из которых соответствует изменению тока нагрузки и снимается со вторичной обмотки ВЧ трансформатора, находящегося в цепи катода лампы измерительного генератора, а другое опорное снимается с части вторичной обмотки силового трансформатора. Перед сравнением оба переменных напряжения предварительно преобразуются в постоянные с помощью мостовых выпрямителей на диодах $Д_1$—$Д_4$ и $Д_{12}$—$Д_{15}$.

Во время предварительных исследований автором конструкции была установлена практически линейная зависимость между изменением выходного напряжения частотомера, измеряющего разностную частоту, и падением напряжения, соответствующего колебаниям тока нагрузки измерительного генератора под влиянием изменения электропроводности подложки и толщины диэлектрического покрытия. Ему удалось, применив схему предварительной компенсации мешающих факторов, связанных с изменением электропроводности основы, построить прибор, в котором показания стрелочного индикатора линейно зависят только от изменения толщины непроводящего покрытия. Прибор работает следующим образом. Измерительный генератор собран на двойном триоде $Л_1$. Датчик L_1 подключен к сетке левого (по схеме) триода $Л_1$. Величина положительной обратной связи в генераторе путем подбора конденсатора C_1 выбирается такой, чтобы при приближении датчика к металлу с малой электропроводностью напряжение, соответствующее току нагрузки, уменьшилось бы

не меньше чем в два раза по сравнению с напряжением холостого хода. Это напряжение измеряется микроамперметром $ИП_1$, подключенным через переключатель B_1 к движку переменного резистора R_{14}.

Эталонный генератор также собран на двойном триоде $Л_2$ и по своим параметрам близок к измерительному. Сигналы высокой частоты с отводов катушек L_2 и L_5 поступают на управляющую и антидинатронную сетки лампы $Л_3$ смесительного каскада. С нагрузочного резистора R_{10} смесителя сигнал разностной частоты через конденсатор C_9 поступает на вход широкополосного усилителя (лампа $Л_4$), ширина полосы пропускания которого лежит в пределах 500 *кгц* и далее, в транзисторный частотомер, выполненный по интегральной схеме на

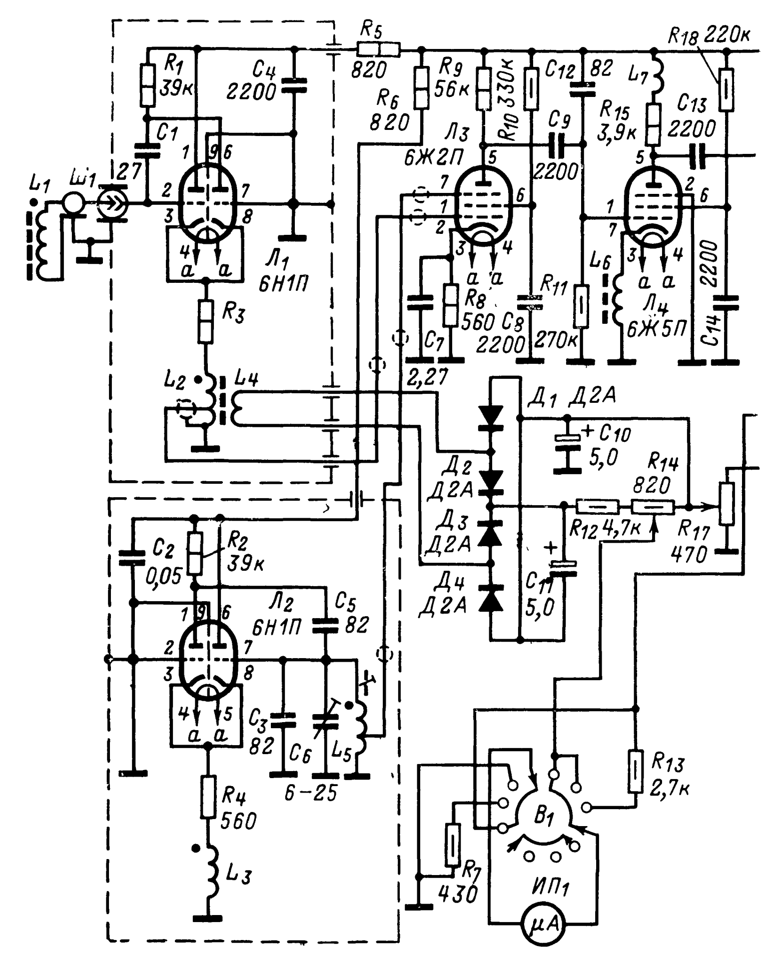
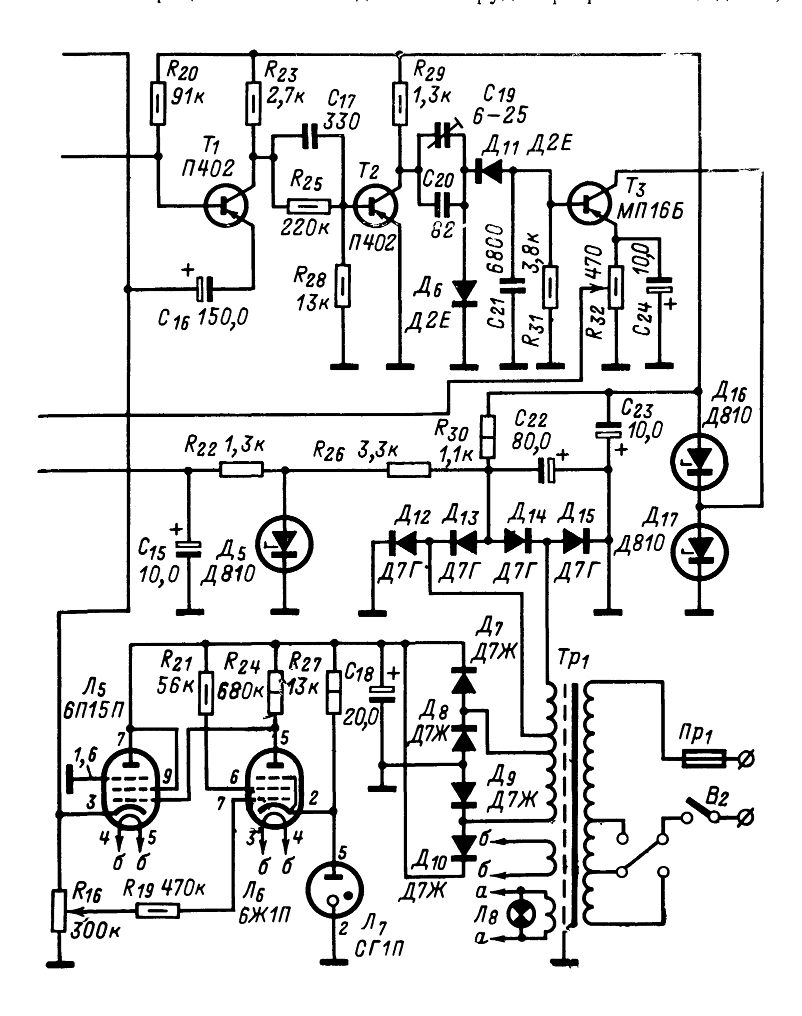


Рис. 28.

транзисторах T_1—T_3. С выхода частотомера при положении переключателя B_1, показанном на рис. 28, постоянное напряжение, пропорциональное разностной частоте, поступает в компенсационную ячейку, образованную микроамперметром $ИП_1$ и резисторами R_{14}, R_{17}, R_{32}.

Все устройства прибора питаются от выпрямителя с электронным стабилизатором напряжения, выполненным на лампах $Л_5$—$Л_7$. Схема рассмотренного прибора для измерения толщины диэлектрических покрытий на проводящей основе — одна из наиболее грамотно и удачно составленных.

Контроль затвердевания различных материалов в ходе производственного процесса является довольно трудно разрешимой задачей,



имеющей, однако, большое народнохозяйственное значение. Это связано с тем, что при массовом выпуске изделий, например из полиэфируретановых каучуков (красочные валики и другие изделия), знание момента полного затвердевания материала позволяет полностью исключить брак, возникающий от недодержек изделий в формах, где происходит затвердевание, и увеличить оборачиваемость последних, не допуская передержек изделий в термостатах. Кроме того, контроль затвердевания позволяет без дополнительного физико-механического испытания судить о соответствии прочности контролируемого материала техническим условиям.

Для контроля затвердевания изделий из полиэфируретановых каучуков радиолюбителями Д. А. Назаровым, Л. Я. Шиманской и В. С. Толстиковым создан *прибор ПКВ-2*, принципиальная схема которого представлена на рис 29, а внешний вид с датчиком на рис. 30. Прибор позволяет контролировать ход процесса затвердевания (вулканизации) жидких полиэфируретановых каучуков, твердость конечного продукта которых находится в диапазоне от 5 до 50 по Шору. Принцип действия прибора основан на измерении резонанса частотномеханического колебательного контура, образованного элементами электромеханического вибратора и определенным объемом вулканизуемого материала, в который погружен вибратор. Значение резонансной частоты такого контура зависит от величичы динамического модуля сдвига затвердевающего материала. Форму, заполненную исследуемым полиэфируретановым каучуком, помещают в термостат. В исследуемом материале, который в начальной стадии находится в жидком состоянии, колеблется зонд вибратора. По мере хода процесса затвердевания возрастает значение динамического модуля сдвига, что приводит к изменению добротности контура, и в конечном результате будет проявляться в изменении резонансной частоты системы вибратор — исследуемая среда. Эти изменения вычерчиваются самописцем на диаграммной ленте в виде кривой. Наклон кривой характеризует скорость протекания процесса в каждой ее точке. Окончание процесса затвердения характеризуется постоянным значением модуля сдвига и соответственно постоянным значением резонансной частоты, которая определяется твердостью продукта, поддающейся легкому расчету по тарировочному графику.

Прибор состоит из следующих основных узлов: автогенератора электрических колебаний, частота которых определяется параметрами механического колебательного контура, частотомера самописца типа Н-340 и стабилизированного источника питания. Автогенератор выполнен на транзисторе T_3 Его контурными катушками служат обмотки электромеханических преобразователей ЭМП-1 и ЭМП-2. Для стабилизации амплитуды колебаний зонда вибратора в вулканизуемом материале при изменении его прочностных характеристик в автогенераторе предусмотрена цепь отрицательной обратной связи по напряжению питания через вспомогательный усилитель (транзистор T_2).

Частотомер с автоматической записью частоты электрических колебаний автогенератора состоит из усилителя-ограничителя (транзистор T_4), дифференцирующего конденсатора C_5, выпрямителя продифференцированных импульсов ($Д_9$—$Д_{12}$) и самописца. Источником питания служит мостовой выпрямитель на диодах $Д_1$—$Д_4$ с стабилизатором напряжения (транзистор T_1, диоды $Д_5$—$Д_7$). Конструктивно прибор состоит из двух блоков: датчика с формой, где затвердевает испытуемый материал, и измерительного блока. Первый представляет

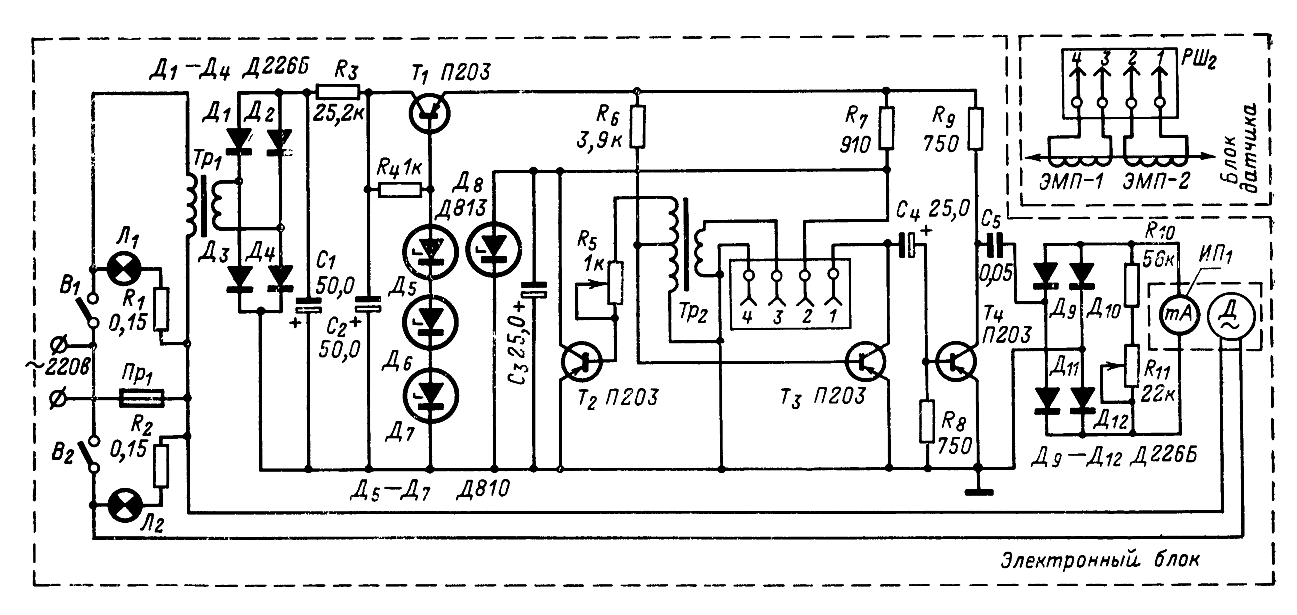

Д1 – Д4 Д226Б
R3
25,2к
T1 П203
Д1
Д2
Тр1
R4 1к
Д8
Д813
R6
3,9к
R7
910
R9
750
РШ2
4 3 2 1
ЭМП-1
ЭМП-2
блок датчика
Л1
В1
R1
0,15
Д3
Д4
C1
50,0
C2
50,0
Д5
Д6
Д7
C3 25,0
R5
1к
Тр2
4 3 2 1
C4 25,0
C5
0,05
R10
56к
ИП1
mA
Д
Д9
Д10
Т4
П203
Д11
R11
22к
Д12
~220в
Пр1
R2
0,15
В2
Л2
T2 П203
T3 П203
R8
750
Д9 – Д12 Д226Б
Д5 – Д7 Д810
Электронный блок

Рис. 29.

собой вибратор с зондом, погружаемым в исследуемый материал. Колебательная система состоит из электромеханических преобразователей типа ЭМП-1 и ЭМП-2. Датчик прикреплен к цилиндру литейной формы (или к лабораторному стакану) при помощи вилки, надеваемой на верхний торец формы и прижимаемой к торцу двумя болтами. Во избежание влияния на показания прибора изменений объема полиуретана при его вулканизации зонд датчика снабжен перфорированным защитным кожухом.

Электронный блок с измерительным записывающим устройством размещен в металлическом кожухе, на передней лицевой панели которого расположены: шкала самописца с диаграммной лентой и тумблеры включения мотора самописца и прибора. На задней панели расположен разъем для подключения датчика.

Вязкость различных жидкостей — один из параметров, характеризующих их физико-химические свойства и эксплуатационные характеристики. По измерениям вязкости растворов полимеров судят об их молекулярных массах. Подбирая опытным путем вязкость растворов красителей, добиваются особо прочных и качественных покрытий. Знание вязкости необходимо для выбора оптимальных форм и скоростей движения различных предметов, погруженных в жидкости. К сожалению, до настоящего времени нет разработанных промышленностью качественных и чувствительных электронных вискозиметров, позволяющих измерять быстро и надежно вязкость с достаточной точностью. По-прежнему широкое распространение имеют стеклянные капиллярные вискозиметры для измерения вязкости в разбавленных растворах и вискозиметры с падающим шариком или конусом для измерения вязкости неразбавленных продуктов. В качестве промежуточных используются вискозиметры, позволяющие судить о вязкости во времени истечения жидкости через трубки фиксированного сечения. Последний способ довольно широко распространен для грубого измерения вязкости красок, масел и других сходных материалов.

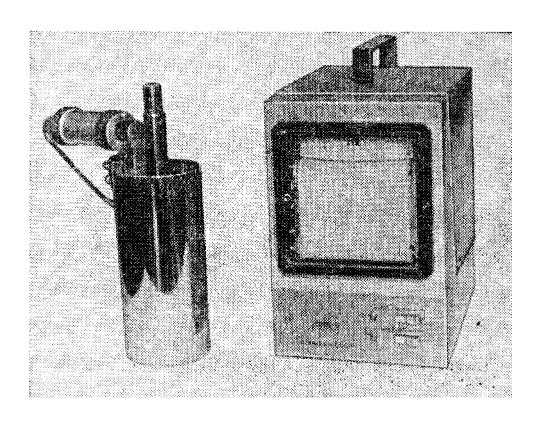


Рис. 30.

Существуют отдельные попытки создания автоматических вискозиметров, основанных на модификации перечисленных выше способов и на регистрации сопротивления вращению роторов в измеряемых жидкостях (ротационные вискозиметры). Модификация сводится к добавлению в схему приборов систем автоматической перекачки измеряемой жидкости в мерную емкость (подъема шарика или конуса на требуемую высоту) с последующей регистрацией времени истечения (опускания шарика или конуса) электронным секундомером. Эти задачи в первом приближении решаются, но процессы промывки измерительных сосудов с последующей их сушкой пока механизировать не удается. А без промывки и сушки точность измерения довольно низка Кроме того, линейная зависимость между скоростью истечения жидкости через капилляр и ее вязкостью сохраняется для

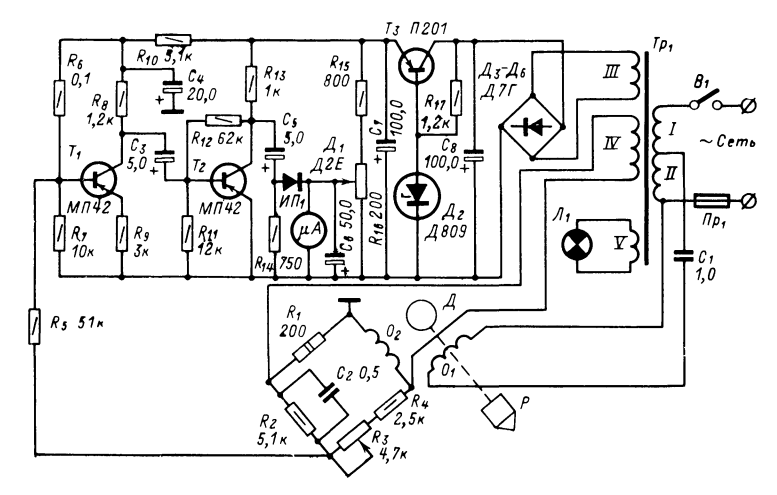


Рис. 31.

узкого диапазона изменения вязкости только при определенном соотношении между длиной капилляра и его диаметром. Сходное соотношение соблюдается между величиной зазора и площадью вращающейся поверхности в роторных вискозиметрах. При нарушении этих условий резко падает точность измерений и линейность шкал измерительных приборов.

Сложности, связанные с решением задач построения универсальных и высокоточных электрических вискозиметров, не останавливают радиолюбителей. Почти на каждой выставке демонстрируются электронные вискозиметры, позволяющие с разной точностью измерять вязкости, как правило, в довольно узком диапазоне, отвечающем требованиям конкретных производств.

Так, радиолюбитель И. А. Гнатышин разработал *вискозиметр для определения вязкости красителей* Шкала его вискозиметра проградуирована в секундах (единицы, дающие приблизительное представление об относительном изменении вязкости по падению шарика или времени истечения определенного объема через капилляр по-

стоянного сечения). Принцип действия его прибора основан на измерении возрастания нагрузки на ось электродвигателя, вращающего измерительный щуп, погруженный в фиксированный объем испытуемого материала. Прибор позволяет измерять вязкость в пределах от 10 до 35 «секунд» при точности измерений не ниже 2,5%. Температура окружающей среды должна быть в пределах 16—18 °С. Принципиальная схема прибора изображена на рис. 31. Прибор работает следующим образом. Об изменении нагрузки на ось электродвигателя *Д*, связанную жестко с погружаемым в испытуемую жидкость ротором *Р*, судят по изменению реактивного сопротивления обмотки O_2, включенной в измерительный мост R_1—R_4 C_2, O_2 Мост питается напряжением с частотой 50 *гц* и балансируется резистором R_3 при ненагруженном роторе (щупе). Погружение вращающегося ротора *Р* в исследуемую жидкость приводит к нарушению баланса моста. Появляющееся напряжение разбаланса усиливается транзисторами T_1 и T_2 и после детектирования регистрируется микроамперметром $ИП_1$, шкала которого проградуирована в секундах. Прибор питается стабилизированным напряжением. Стабилизатор собран на транзисторе T_3 и стабилитроне $Д_2$. Схема прибора достаточно проста и надежна в работе.

Следует отметить, что прибор пригоден только для грубых измерений вязкости, так как измерительный сосуд его не термостатируется. Определенного, заранее рассчитанного зазора между ротором и стенками сосуда нет. При этих условиях трудно получить стабильные

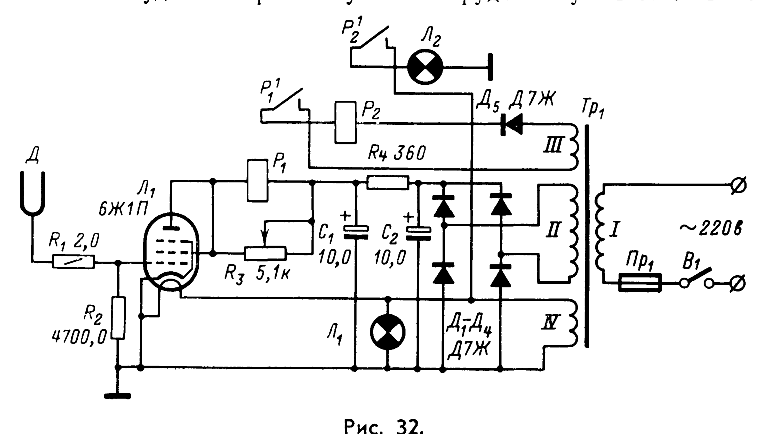


Рис. 32.

показания и линейную шкалу. Этот способ измерения пригоден только для достаточно вязких жидкостей с нижним пределом относительной вязкости не ниже 10 *сек*. Для менее вязких жидкостей чувствительность способа будет недостаточной.

На различных производствах широко применяют вентиляционные, воздуходувные и другие пневматические системы. Важным показателем, характеризующим их нормальную работоспособность, служит мера запыленности. Допустимое количество пыли в этих установках не должно превышать 100—500 *мг/м*³. Запыленность выше нормы приводит к снижению производительности вентиляторов пнев-

мосистем, возрастанию сопротивления нагрузки и быстрому выходу пневмосистем из строя. Аварийная очистка их является сложным и трудоемким делом. Применение оперативного контроля запыленности — важная и актуальная задача, так как своевременное обнаружение источника избыточной пыли позволит вовремя принять надлежащие меры. К сожалению, приборы для контроля запыленности выпускаются в небольшом количестве и не могут обеспечить нужды промышленности. И тут на помощь производству пришли радиолюбители. На рис. 32 изображена принципиальная схема *автоматического сигнализатора запыленности пневмосетей* (автор конструкции Л. М. Гусаков). Этот сигнализатор представляет собой электронное реле, которое срабатывает, когда на датчике, подключенном к управляющей сетке лампы, образуется положительный заряд, превышающий напряжение смещения лампы. В качестве датчика использована U-образная пластина из латуни, заключенная в изолирующую оболочку из органического стекла. Движущиеся в пневмосистеме частицы пыли, соприкасаясь с органическим стеклом, электризуют его. На датчике при этом накапливается положительный заряд. Чувствительность прибора можно менять, вращая движок переменного резистора R_3, включенного в анодную цепь лампы $Л_1$. Реле P_1 — поляризованное, типа РПБ-7 (паспорт РС 4.521.153). При срабатывании реле P_1 контакты P_1^1 включают силовое реле P_2 типа МКУ-48, а контакты P_2^1 замыкают электрические цепи сигнальной лампы (звуковая сигнализация на схеме не показана). Световой или звуковой сигнал предупреждает дежурного о том, что уровень пыли в системе превысил норму.

Устройства для обеспечения нормальной эксплуатации электрических систем

В народном хозяйстве для выполнения различных задач широко используются электродвигатели, электрогенераторы постоянного и переменного тока, трансформаторы напряжения и тока, а также другие электрические устройства и механизмы. Все это оборудование, неприхотливое в эксплуатации, требует тем не менее постоянного наблюдения и контроля. Даже небольшие изменения и нарушения питающих напряжений и токов нагрузки могут вывести из строя нужные и дорогие механизмы. Системы автоматического контроля электрических параметров перечисленных выше устройств выпускаются промышленностью в небольшом количестве и внедрены, как правило, только на крупных промышленных объектах. На более мелких предприятиях, расположенных в сельской местности или вдали от больших городов, должного контроля за эксплуатацией электрического оборудования нет. Силовые подстанции единой электрической системы удалены от таких предприятий на значительные расстояния и снабжаются электроэнергией от маломощных местных электростанций. Поэтому задачи, связанные с обеспечением должного контроля за нормальной работой электросиловых установок на производственных предприятиях такого типа, требуют быстрого и оперативного решения. В этом деле значительную помощь оказывают радиолюбители. Так, радиоконструктор С. Н. Кузнецов разработал и внедрил *автомат для защиты трехфазного электродвигателя при разрыве*

линейного провода. Установка предназначена для защиты электродвигателей мощностью от 0,5 *квт* и выше от выхода из строя при отсутствии напряжения на одном из линейных проводов трехфазной сети. Защищаемые двигатели могут быть включены как треугольником, так и звездой. Конструкция прибора удачно сочетается со стандартной пусковой и защитной аппаратурой, и устройство можно подключать к объекту без внесения изменений в схему подключения электродвигателя к сети.

Прибор имеет три индуктивных датчика наличия тока в линейном проводе, которые подключены к логической схеме типа И, управляющей работой тиратронного реле. Датчик (рис. 33) представляет собой трансформатор тока, сердечник *1* которого состоит из набора шайб, изготовленных из трансформаторной стали. В качестве первичной обмотки используют один или два витка *3* линейного провода *2*. Вторичная обмотка намотана проводом ПЭЛШО 0,13 и содержит 200 витков. Толщина набора сердечника 20 *мм*. Со вторичной обмотки *4* снимается напряжение, поступающее на вход логической схемы *5*. Принципиальная схема автомата изображена на рис. 34.

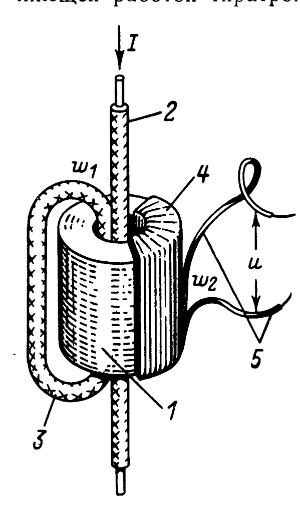


Рис. 33.

В автомате используются три трансформатора тока (датчика) по числу фаз сети. Со вторичных обмоток датчиков напряжение поступает через диоды $Д_1$—$Д_3$ на базы транзисторов T_1—T_3. Транзисторы открыты. Их внутреннее сопротивление мало и они шунтируют резистор R_4. Напряжение, снимаемое с делителя R_4—R_6, недостаточно для зажигания тиратрона. Для предотвращения самопроизвольного разряда в тиратроне напряжение на его аноде стабилизировано стабилитроном $Л_2$. Отсутствие напряжения на выходе любого из датчиков при разрыве линейного провода нарушает проводимость цепочки транзисторов T_1—T_3. При этом напряжение на сетке тиратрона $Л_1$ повышается до величины, достаточной для возникновения электрического разряда в тиратроне. При зажигании тиратрона срабатывает реле P_1. Его нормально замкнутые контакты P_1^1 размыкаются и выключают магнитный пускатель. Прибор, как правило, устанавливается в непосредственной близости от магнитного пускателя и срабатывает практически мгновенно.

Одним из возможных направлений повышения надежности работы электрооборудования может служить путь *замены мотор-генераторов,* широко используемых для питания систем автоматики шахтных подъемных установок и других целей, *стабилизированными источниками питания на тиристорах.* Схему такой установки разработали радиолюбители Б. Я. Федашко и Ю. П. Лукомский. Внедрение ее дало экономию в сумме 4 508 руб.

Схема прибора показана на рис. 35. Это выпрямитель, выполненный по мостовой схеме, в двух плечах которого установлены диоды $Д_{18}$, $Д_{19}$, а в двух других — тиристоры $Д_{16}$, $Д_{17}$. И диоды и тири-

сторы зашунтированы защитными RC-цепочками Применение тиристоров позволило авторам простыми средствами регулировать амплитуду выходного напряжения на нагрузке путем изменения фазового сдвига между фазой напряжения, снимаемого с трансформатора Tp_1, и фазой управляющего импульса, отпирающего тиристор. Управляющий импульс вырабатывается блоком управления, выполненным на трансформаторе Tp_2, транзисторах T_1—T_3 и диодах $Д_1$—$Д_{15}$.

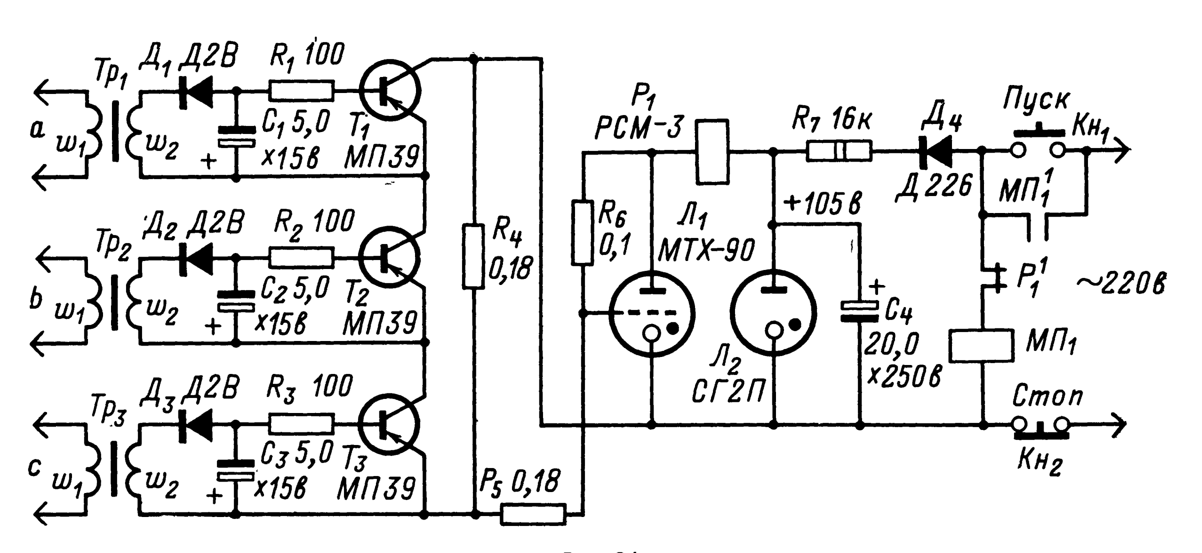
В состав блока управления входят регулятор фазы, обеспечивающий изменение фазы синусоидального напряжения от 30 до 150° в зависимости от напряжения эмиттер — база транзистора T_1, два формирователя управляющих импульсов и узел обратной связи.

Регулятор фазы выполнен по известной RC-схеме, в которой вместо резистора применен выпрямительный диодный мост (диоды $Д_1$—$Д_4$), нагруженный транзистором T_1. Конденсатор C_6 сглаживает пульсации напряжения питания транзистора. С выхода регулятора фазы напряжение подается на диодный ограничитель (диоды $Д_7$—$Д_8$), а с него — на мост, два плеча которого образованы диодами $Д_5$, $Д_6$, а два других — резисторами R_3, R_4 и эмиттерно-базовыми переходами транзисторов T_2, T_3. Нагрузкой транзисторов служат цепи управляющих электродов тиристоров $Д_{16}$, $Д_{17}$. Конденсаторы C_4, C_5 уменьшают длительность управляющих импульсов, а резисторы R_5 и R_6 установлены для согласования выходных сопротивлений транзисторов с входными сопротивлениями тиристоров.

Изменение входного напряжения транзистора T_1 определяется колебаниями напряжения сети и возникает в результате действия обратной связи. Узел обратной связи состоит из диодов $Д_{13}$—$Д_{15}$, резисторов R_8—R_{10}, конденсаторов C_2, C_3. В узле обратной связи использован метод сравнения двух напряжений: опорного, снимаемого со стабилитрона $Д_{15}$, и изменяющегося, снимаемого с резистора P_8. Выходное напряжение обратной связи с резистора R_9 подается на транзистор T_1. Для того чтобы полярность напряжения не менялась, напряжение на резисторе R_8 устанавливают заведомо меньше опорного. Подбирая резистор R_{10}, регулируют рабочий режим стабилитрона $Д_{15}$. Конденсаторы C_2, C_3 используются для сглаживания пульсаций.

В целом прибор работает следующим образом. Резисторами R_8, R_9 устанавливают начальный угол регулирования таким образом, чтобы при номинальной нагрузке на выходе источника питания напряжение было равно 220 *в*. При увеличении напряжения в сети растет падение напряжения на переменном резисторе R_8. В результате уменьшается разностное напряжение, снимаемое с резистора R_9, и увеличивается внутреннее сопротивление транзистора T_1. Это приводит к изменению фазового угла между напряжением питания тиристора и управляющим импульсом, в результате чего уменьшится напряжение на нагрузке. Если напряжение в сети понизится, произойдет обратный процесс. Практически при изменении напряжения сети в пределах 20% напряжение на нагрузке установки изменяется в пределах 3—5%. Номинальный выходной ток установки равен 10 *а*. Он может быть увеличен при использовании более мощных тиристоров.

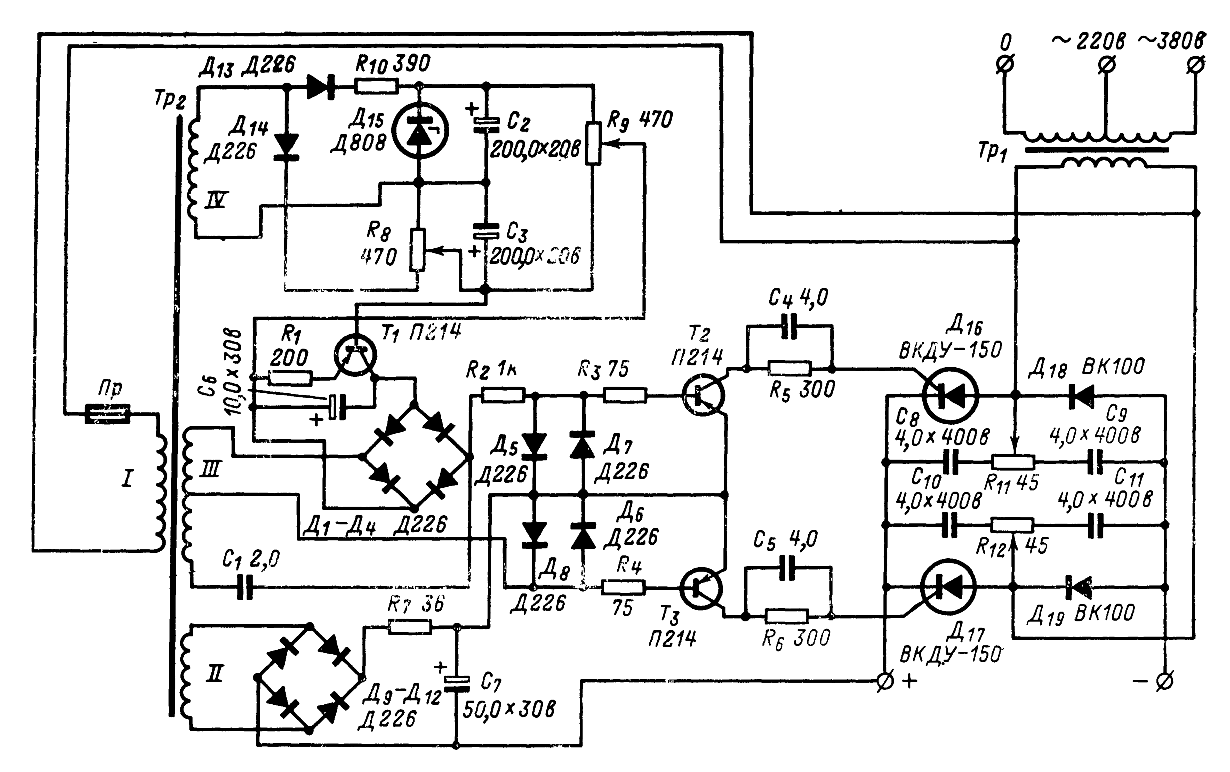
Мы рассмотрели несколько сравнительно несложных приборов, применяемых в промышленности для решения самых разнообразных задач. Описанными приборами не исчерпываются возможности применения радиоэлектроники в промышленности и в химии. Эти воз-



Тр1
Д1 Д2В
R1 100
a
w1
w2
C1 5,0
x15в
T1
МП39
+
Тр2
Д2 Д2В
R2 100
b
w1
w2
C2 5,0
x15в
T2
МП39
+
Тр3
Д3 Д2В
R3 100
c
w1
w2
C3 5,0
x15в
T3
МП39
+
R4
0,18
P5 0,18
P1
PCM-3
R6
0,1
Л1
МТХ-90
R7 16к
+105 в
Л2
СГ2П
C4
20,0
x250в
Д4
Д226
Пуск
Кн1
МП11
P11
~220в
МП1
Стоп
Кн2

Рис. 34.

4—1375



0
~220в
~380в
Тр1
Тр2
Д13 Д226
R10 390
Д14
Д226
Д15
Д808
C2
200,0×20в
R9 470
IV
R8
470
C3
200,0×30в
T1 П214
R1
200
C6
10,0×30в
Пр
I
III
Д1–Д4 Д226
C1 2,0
R2 1к
R3 75
Д5
Д226
Д7
Д226
Д6
Д226
Д8
Д226
R4
75
T2
П214
T3
П214
C4 4,0
R5 300
C5 4,0
R6 300
Д16
ВКДУ-150
Д17
ВКДУ-150
Д18 ВК100
Д19 ВК100
C8
4,0×400в
C9
4,0×400в
C10
4,0×400в
C11
4,0×400в
R11 45
R12 45
II
Д9–Д12
Д226
R7 36
C7
50,0×30в
+
–

Рис. 35.

можности практически безграничны и определяются наблюдательностью и изобретательностью радиолюбителей. Подбирая примеры, мы стремились показать, что иногда простыми средствами можно добиться существенного повышения эффективности производства.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Приборы для обеспечения связи на промышленных объектах и в быту

В этом разделе рассматриваются различные переговорные установки для обеспечения двусторонней связи на производственных объектах.

Учащиеся Курского Дворца пионеров разработали *транзисторное переговорное устройство «Мечта»*. Схема экспоната изображена на рис. 36. Оно предназначено для обеспечения дуплексной громкоговорящей связи между главным абонентом и 10 точками, расположенными от него на расстоянии до 500 *м*. Связь осуществляется по четырем проводным линиям с любым количеством точек одновременно. Вызов главного абонента — тональный и световой, а абонента на точке — по трансляционному громкоговорителю, установленному в выбранном месте. Устройство надежно в работе и экономично по питанию. Потребляемая мощность не превышает 25 *вт*.

Комплект громкоговорящей установки «Мечта» состоит из коммутатора главного абонента на 10 точек с микрофоном МД-64 и 10 абонентских усилителей с микрофонами и трансляционными громкоговорителями. Функциональная схема коммутатора главного абонента представлена на рис. 36,*а*. Он состоит из двух идентичных усилителей, генератора тонального вызова, стабилизированного выпрямителя и релейно-контактной схемы коммутации. Принципиальная схема усилителя изображена на рис. 36,*б*. Он имеет четыре каскада и бестрансформаторный выход. Его частотная характеристика равномерна в диапазоне 100—6 000 *гц*. Схема генератора тонального вызова изображена на рис. 36,*г*. Это мультивибратор, работающий в автоколебательном режиме и генерирующий колебания частотой 400 *гц*. Он выполнен по типовой схеме на транзисторах T_{11}—T_{12}. Колебания мультивибратора усиливаются транзистором T_{13}, который нагружен малогабаритным громкоговорителем, в качестве которого используется капсюль ДЭМ-4М. Коммутирующее устройство, собранное на реле P_1—P_{10} и тумблерах B_1—B_{10}, обеспечивает необходимые переключения и сигнализацию.

Абонентское устройство состоит из трехкаскадного транзисторного усилителя (схема на рис. 36,*в*), ко входу которого подключен капсюль ДЭМ-4М, и трансляционного динамического громкоговорителя, который должен быть расположен на расстоянии 1,5—2 *м* от микрофона во избежание паразитной акустической обратной связи.

Переговорное устройство работает следующим образом. Для вызова главного абонента надо нажать на кнопку $Кн_2$ (рис. 36,*в*). При этом на абонентское устройство подается питание, загорается сигнальная лампа $Л_{12}$ (рис. 36,*в*) и в коммутаторе (рис. 36,*а*) срабатывает одно из реле P_1—P_{10}, включенное последовательно с кнопкой $Кн_2$ (рис. 36,*в*), и через контакты P_1^1—P_{10}^1 замыкается цепь питания генератора тонального вызова, а через контакты P_1^2—P_{10}^2— цепь питания сигнальной лампы соответствующего абонента. Главный абонент при ответе включает тумблер, соответствующий номеру сигнальной лампы (один из тумблеров B_1—B_{10}). Контакты этого тумблера разрывают цепь питания генератора тонального вызова и соединяют выход микрофонного усилителя с линией вызывающего абонента, к другому концу которой подключен трансляционный громкоговоритель. Если в момент разговора главного абонента вызывает еще одна точка, то тонального вызова не происходит, так как цепь генератора разомкнута тумблером, и зажигается только световой сигнал. Ответ на этот вызов осуществляется голосом путем подключения с помощью одного из тумблеров B_1—B_{10} выхода микрофонного усилителя к соответствующей линии.

Система позволяет одновременно вести разговор с несколькими точками.

На рис. 37 показан внешний вид пульта главного абонента с микрофоном, а на рис. 38 — общий вид абонентского устройства с трансляционным громкоговорителем.

Следует отметить, что пионеры сконструировали очень удачное и компактное переговорное устройство, простое в изготовлении и наладке, надежное в работе. Единственное, что следовало бы предусмотреть в схеме главного коммутатора, так это осуществление обратного вызова не голосом, а путем подключения к линии вызываемого абонента генератора. Для его отключения после ответа абонента можно было бы использовать дополнительные контактные группы реле P_1—P_{10}.

При строительстве различных зданий и сооружений для транспортировки грузов и материалов широко используются башенные краны. Для связи между крановщиком и такелажниками обычно применяют телефонные аппараты. Такая связь неудобна, недостаточно оперативна и автономна. Для повышения ее надежности и достижения полной автономности радиолюбители А. В. Дынькин и и Л. В. Чулков сконструировали *малогабаритную транзисторную радиостанцию «Крановщик — такелажник»* (рис. 39). В комплект радиостанции входят блоки приемник — передатчик, находящиеся у такелажника и крановщика. Радиостанция такелажника смонтирована в легком малогабаритном корпусе. Для прослушивания сигналов крановщика служит телефон от слухового аппарата, а для передачи ему команд и указаний — малогабаритный микрофон. Радиостанция крановщика смонтирована в корпусе от громкоговорителя «Нева» и обеспечивает громкоговорящий прием и передачу речевых сигналов. Оба комплекта выполнены по идентичным схемам. Радиостанция такелажника отличается от радиостанции крановщика лишь тем, что питание первой осуществляется от батарей или аккумулятора напряжением 9 *в*, а питание второй — от сети. Кроме того, в схему комплекта радиостанции крановщика добавлен усилитель низкой частоты с выходной мощностью 3 *вт*.

Радиостанция работает следующим образом. Задающий генератор, выполненный на транзисторе T_5, генерирует колебания частотой

72—73 *Мгц*. Эти колебания модулируются сигналами, поступающими с микрофонного усилителя (транзистор T_4), и поступают на выходной каскад, собранный на транзисторе T_6 и являющийся одновременно удвоителем и усилителем мощности. Выходная мощность передатчика 0,002 *вт*, что вполне достаточно для обеспечения уверенной связи в рабочих условиях. Для приема и передачи используют одну и ту же штыревую антенну. Переключение с передачи на прием осуществляется путем переключения напряжения питания коллектор-

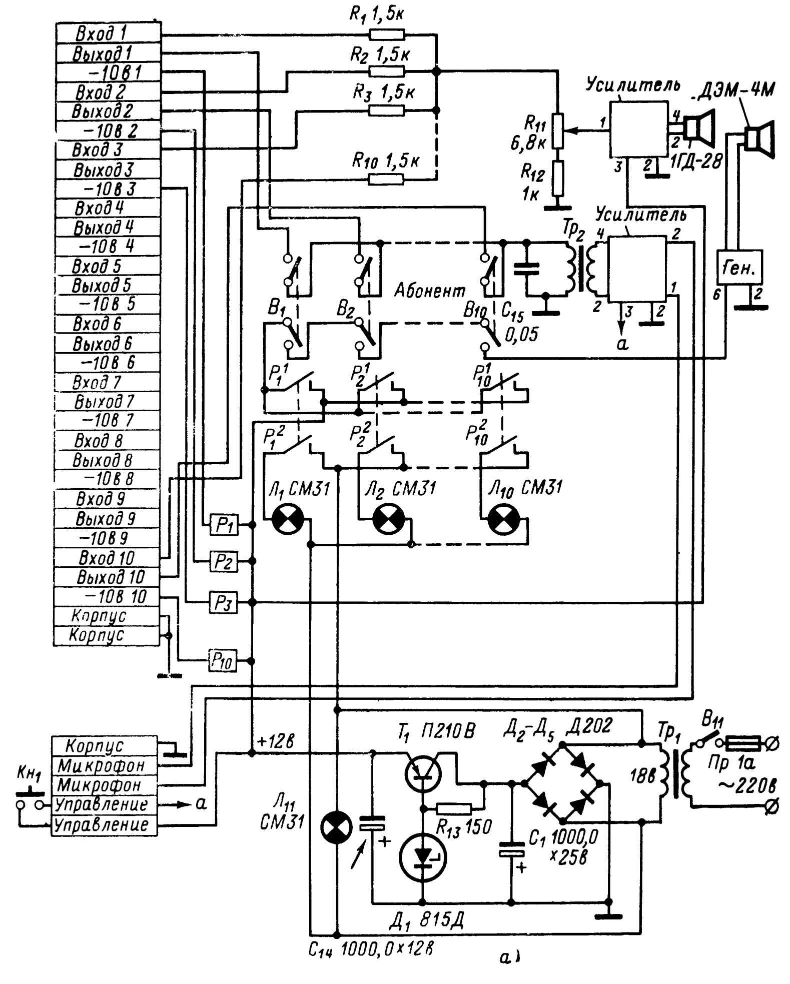
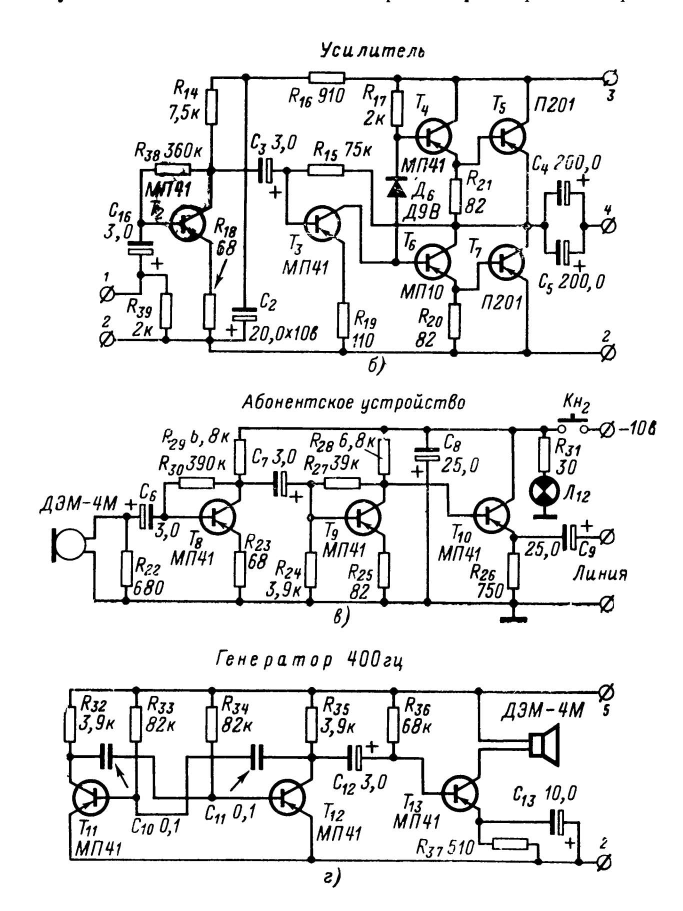


Рис. 36.

ных цепей с помощью тумблеров B_1 (у такелажника) или B_2 (у крановщика).

Приемник собран по сверхрегенеративной схеме на транзисторе T_1. В комплекте такелажника используется усилитель НЧ, выполненный на транзисторах T_2, T_3, а в комплекте крановщика вместо каскада на транзисторе T_3 в точке A подключается усилитель НЧ, собранный по типовой бестрансформаторной схеме на транзисторах T_7—T_{12}. Радиостанция комплекта крановщика питается от мостового выпрямителя на диодах $Д_2$—$Д_5$.

В радиостанции применен обычный навесной монтаж. Катушки приемника и передатчика — бескаркасные, намотаны посеребренным проводом диаметром 1,0 *мм* и содержат: L_1 — 6, L_2 — 3,5, L_3 — 3,5, L_4 — 2,5, L_5 — 3, L_6 — 2 витка. Дроссель $Др_1$ намотан на резисторе типа ВС-0,25 номиналом не ниже 100 *ком* проводом ПЭЛ-0,15 виток к витку до заполнения всей длины резистора. При повторении кон-



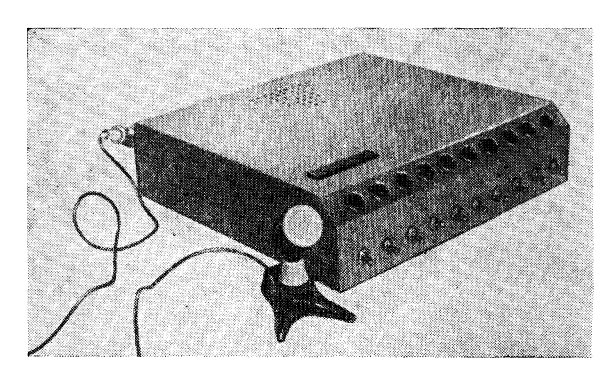


Рис. 37.

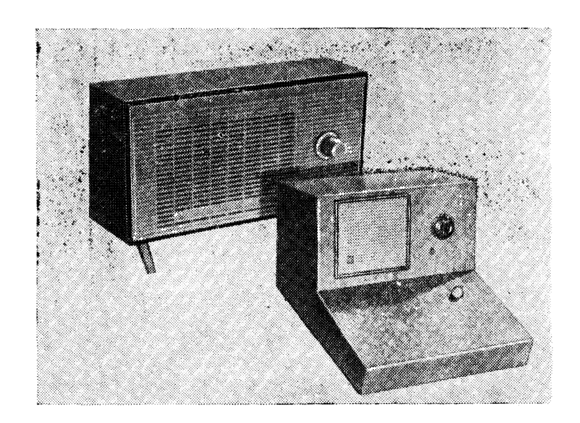


Рис. 38.

струкции следует учесть, что, прежде чем начать делать передатчик, следует получить разрешение соответствующей инспекции Министерства связи (районной или городской).

Приборы и приспособления для ремонта бытовой радиоэлектронной аппаратуры

В настоящее время у населения нашей страны сосредоточено большое количество самой разнообразной радиоэлектронной аппаратуры: радиоприемники, телевизоры, магнитофоны, электропроигрыватели, электромузыкальные инструменты и др. Все эти аппараты требуют периодического квалифицированного обслуживания. Если раньше для ремонта и налаживания радиоприемников и электропроигрывателей вполне достаточно было иметь авометр, то теперь для настройки, например, телевизоров этого мало

Наша промышленность выпускает много наименований контрольно-измерительных приборов для ремонта и регулировки практически

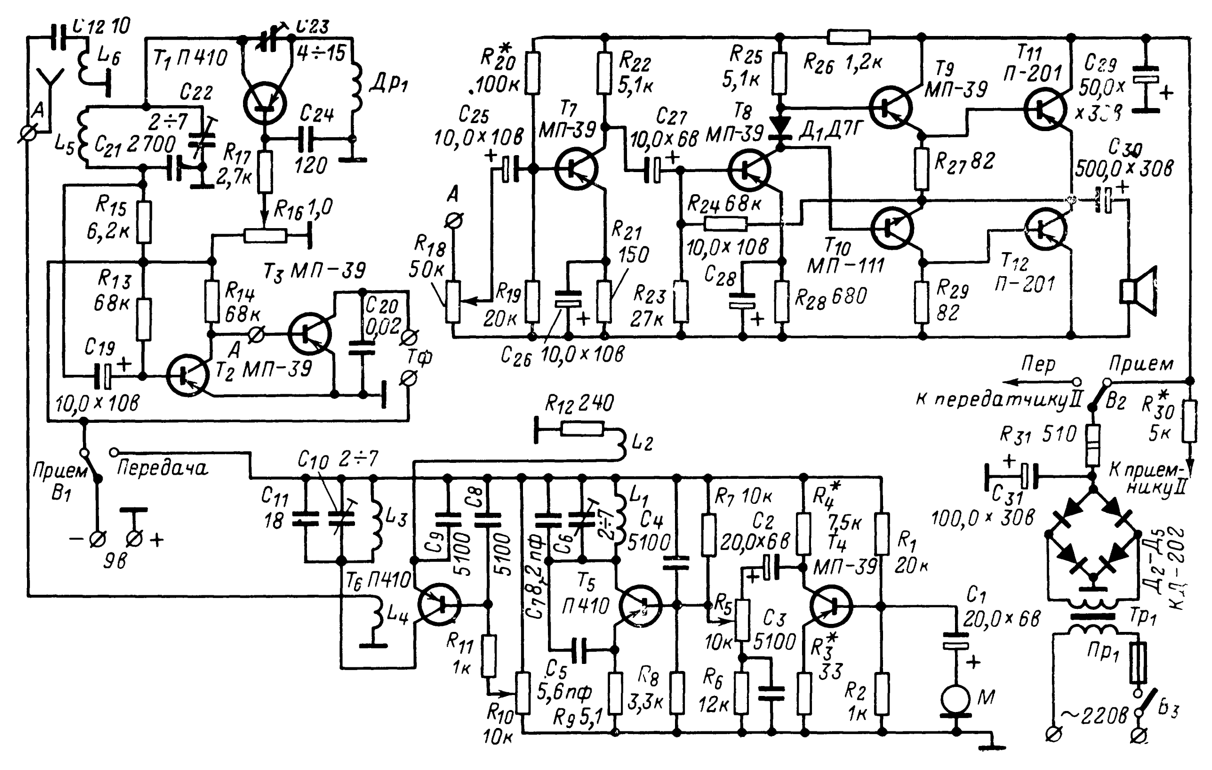

C12 10
L6
A
T1 П410
C23
4÷15
Др1
C22
2÷7
C24
120
L5
C21 2700
R17 2,7к
R16 1,0
R15 6,2к
R13 68к
R14 68к
T3 МП-39
C20 0,02
Тф
A
C19
T2 МП-39
10,0×10в
R20* 100к
R22 5,1к
C25 10,0×10в
T7 МП-39
C27 10,0×6в
T8 МП-39
R25 5,1к
R26 1,2к
Д1 Д7Г
T9 МП-39
T11 П-201
C29 50,0×
R27 82
C30 500,0×30в
A
R18 50к
R19 20к
C26 10,0×10в
R21 150
R24 68к
10,0×10в
C28
R23 27к
R28 680
T10 МП-111
R29 82
T12 П-201
Пер
Прием
К передатчику II
B2
R30* 5к
R31 510
К приемнику II
C31 100,0×30в
Д2-Д5 КД-202
Тр1
Пр1
~220в
B3
R12 240
L2
Прием
B1
Передача
C10 2÷7
C11 18
L3
9в
T6 П410
L4
C9 5100
C8 5100
R11 1к
R10 10к
C7 8,2пф
C6 2÷7
L1
C4 5100
T5 П410
C5 5,6пф
R9 5,1
R8 3,3к
R7 10к
C2 20,0×6в
R5 10к
C3 5100
R6 12к
R4* 7,5к
T4 МП-39
R3* 33
R1 20к
R2 1к
C1 20,0×6в
M

Рис. 39.

всех видов электронной аппаратуры, но количество их явно недостаточно. Кроме того, большинство из них пригодны для эксплуатации только в стационарных условиях. Радиолюбители работают над созданием устройств для контроля и ремонта радиоаппаратуры, простых по конструкции, надежных в эксплуатации и пригодных для решения практически любых задач, возникающих при работе.

На рис. 40 изображена принципиальная схема *комбинированного рабочего места регулировщика трактов НЧ* (авторы конструкции В. Р. Щека, В. П. Иванов и О. В. Ефремов). Устройство предназначено для проверки и ремонта тракта НЧ транзисторных при-

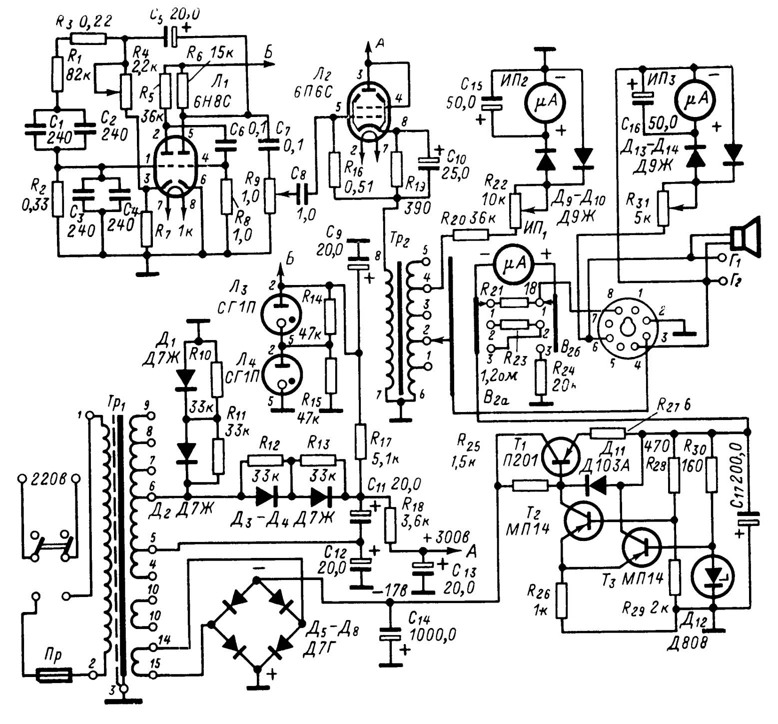


Рис. 40.

емников, рассчитанных на напряжение питания 9 *в*. Оно состоит из стабилизированного источника постоянного напряжения величиной 9 *в* при токе нагрузки 150 *ма*, генератора фиксированной частоты (1 000 *гц*) и измерителя выхода.

Мостовой выпрямитель источника напряжения величиной 9 *в* собран на диодах $Д_5$—$Д_8$, а стабилизатор этого напряжения — на транзисторах T_1—T_3, диоде $Д_{11}$ и кремниевом стабилитроне $Д_{12}$. Генератор фиксированной частоты выполнен на лампе $Л_1$. С резистора R_9 сигнал подается на согласующий каскад, выполненный по схеме катодного повторителя на лампе $Л_2$. Нагрузкой этого каскада служит трансформатор $Тр_2$, со вторичной обмотки которого НЧ на-

пряжение через переключатель $В_3$ подается на испытуемый приемник. Анодное напряжение для питания генератора НЧ стабилизировано ламповыми стабилитронами $Л_3$—$Л_4$.

В устройстве предусмотрены два измерителя выхода $ИП_2$, $ИП_3$ и измеритель тока нагрузки $ИП_1$. Измеритель выхода $ИП_2$ служит для контроля выходного напряжения генератора НЧ, а $ИП_3$ — для контроля выходного напряжения испытуемого усилителя НЧ, который присоединяют к прибору через разъем, сделанный на ламповой панели октальной серии.

Недостатком этой конструкции следует считать применение генератора с одной фиксированной частотой. Это ограничивает возможности использования установки. Кроме того, в приборе установлены три микроамперметра, в то время как применив простую схему коммутации, вполне можно было бы обойтись одним.

При изготовлении импульсных устройств типа симметричных триггеров, усилителей низкой частоты с парафазным выходом, балластных схем усилителей постоянного тока требуется иметь транзисторы с одинаковыми характеристиками. Применение для подбора таких транзисторов испытателей не всегда эффективно, так как

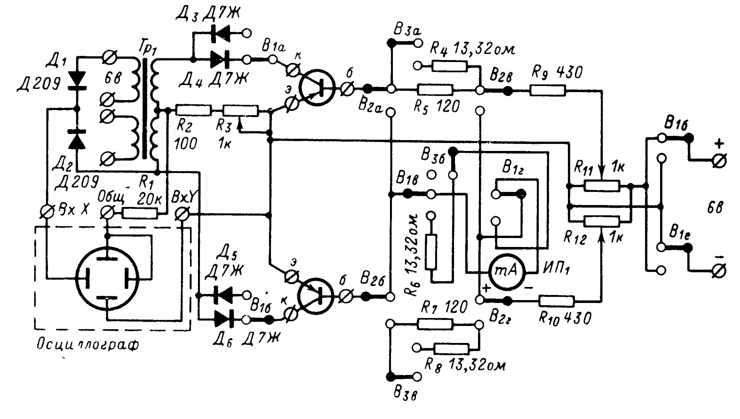


Рис. 41.

часто транзисторы, имея одинаковые измеряемые параметры ($I_{\text{ко}}$, B, $I_{\text{кн}}$ и др.), отличаются по своим характеристикам в области рабочих напряжений. Учащийся 16-й школы г. Магнитогорска Саша Юдин сконструировал *приставку к осциллографу для подбора «пар транзисторов»*, которая позволяет наблюдать на экране одновременно характеристики двух транзисторов, отражающие изменение их коллекторных токов при соответствующих токах базы и пульсирующих напряжениях на коллекторах (рис. 41). Прибор обеспечивает периодическое изменение напряжения в цепи коллектор — база в пределах от 0 до 40 *в* (верхний уровень напряжения подбирают при помощи ЛАТРа) и установку тока базы в пределах от 0 до 10 *ма* в двух поддиапазонах от 0 до 1 и от 0 до 10 *ма* с помощью резисторов R_{11} и R_{12}. На горизонтальные пластины осциллографа напряжение подается со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$, а на вертикальные пластины с общей нагрузки ис-

пытуемых транзисторов — резисторов R_2 и R_3. Последний позволяет изменять масштаб изображения характеристики по вертикали. Трансформатор $Тр_1$ с коэффициентом трансформации 3 : 1 и мощностью до 20 *вт* рассчитан на подключение к первичной обмотке лабораторного автотрансформатора типа ЛАТР. Амплитуда первичного напряжения не должна превышать 120 *в*. Нужный ток базы устанавливается резисторами R_{11} и R_{12} и контролируется миллиамперметром $ИП_1$. Необходимое напряжение смещения снимается с источника напряжения постоянного тока (четыре элемента 343 или 373). Переключатель $В_1$ служит для подключения источника постоянного тока и выпрямительных диодов в надлежащей полярности; переключателем $В_2$ измерительный прибор $ИП_1$ подключается к соответствующим цепям баз транзисторов, а переключателем $В_3$ устанавливают необходимый поддиапазон измерения миллиамперметра. Прибор прост в наладке и надежен в работе.

В практике ремонта и налаживания радиоприемных устройств непосредственно в месте их эксплуатации и установки часто возникает необходимость в простом приборе, позволяющем на месте под-

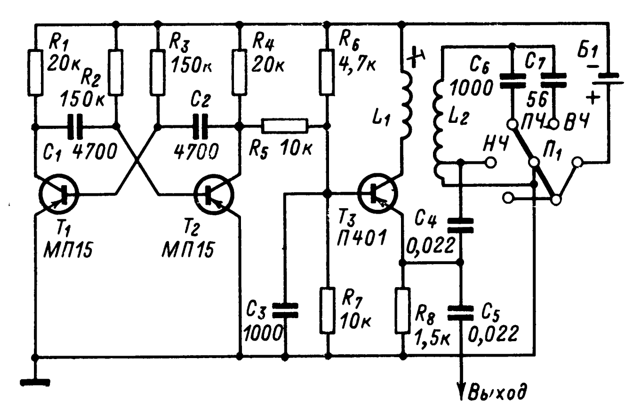


Рис. 42.

строить каскады промежуточной частоты, проверить прохождение сигнала по цепям и проверить усилитель низкой частоты. Использование для этой цели рассмотренных выше измерительных приборов не всегда удобно, так как они довольно громоздки. Для этой цели обычно используют простые по конструкции пробники. На рис. 42 изображена принципиальная схема *электронного пробника*, сконструированного И. Е. Спириным. Пробник состоит из модулятора и ВЧ генератора. Модулятор выполнен на транзисторах T_1 и T_2 по схеме симметричного мультивибратора. Сигнал низкой частоты с выхода модулятора поступает на базу транзистора T_3, на котором собрана схема ВЧ генератора. Этот генератор вырабатывает колебание частотой 232,5 и 1 000 *кгц* с большим количеством гармонических составляющих. Первая гармоника частотой 232,5 *кгц* используется для проверки длинноволновых диапазонов приемников, а вторая гармоника этого сигнала — для настройки усилителей промежуточной ча-

стоты. Частота 1 000 *кгц* и ее высшие гармоники используются для настройки других диапазонов приемников

Транзисторный вольтметр, созданный А. В. Дынькиным и Н. И. Фоменко (рис. 43), позволяет измерять постоянное и переменное напряжение частотой до 30 *кгц* в пределах от 0 до 1 000 *в* при входном сопротивлении от 3 до 20 *Мом* Шкала прибора разбита на шесть поддиапазонов: 0—0,5; 0—2,5; 0—10; 0—50; 0—250 и 0—1 000 *в* Измеряемое переменное напряжение подводится к делителю напряжения R_1—R_6, затем подается в выпрямитель, собранный на диодах

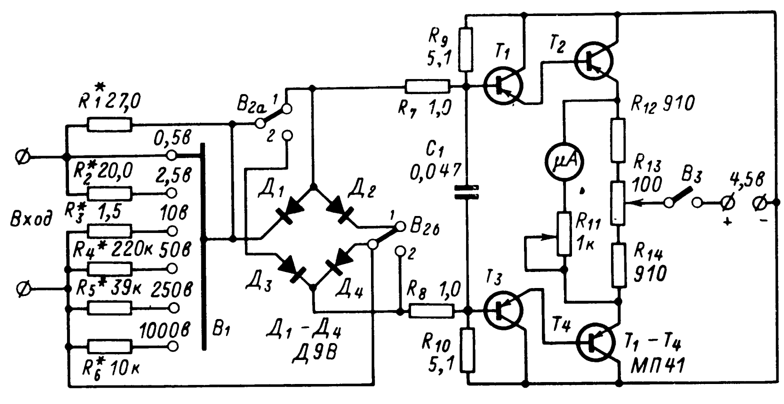


Рис. 43.

$Д_1$—$Д_4$ по мостовой схеме, а с него — на вход балансного усилителя постоянного тока, выполненного на транзисторах T_1—T_4. Усилитель постоянного тока балансируется резистором R_{13} (установка нуля). Прибор может быть использован в качестве измерителя выхода при настройке усилителей НЧ.

Приборы для фотографии

В фотографии электроника применяется для определения с высокой точностью времени экспозиции при фотосъемке и при фотопечати, для создания установок автоматической или полуавтоматической обработки фото- и киноматериалов, а также для автоматической коррекции дефектов негативного или позитивного изображения. При создании приборов для фотографии фантазия и изобретательность радиолюбителей практически неисчерпаемы. На выставках демонстрируются автоматы для фотопечати, чувствительные экспозиметры, малогабаритные лампы-вспышки, фотоувеличители с программным управлением. К сожалению, в связи с ограниченным объемом книги мы не можем детально разобрать особенности конструкций всех перечисленных выше приборов и ограничимся рассмотрением нескольких наиболее характерных и перспективных для повторения.

Прежде чем переходить к описанию схем конкретных установок, хочется упомянуть об одном экспонате, который занимает особое положение среди приборов для фотографии, демонстрировавшихся на

радиолюбительских выставках в последние годы. Собственно говоря, ни до него, ни после таких экспонатов не было. Речь идет о *фотоувеличителе с электронным корректированием изображения* (авторы конструкции Д. А. Назаров, Г. С. Никитенко и Г. Г Лебедь). На XX Всесоюзной радиолюбительской выставке этот фотоувеличитель получил первый приз по разделу применение радиоэлектроники в строительстве и коммунальном хозяйстве. Он предназначен для получения отпечатков с малоформатных черно-белых и цветных негативов размером 60×60 *мм,* позволяет автоматически регулировать градации тонов светлых и темных участков изображения при работе с черно-белыми негативами и регулировать выделение отдельных цветов при изготовлении цветоделенных фотоформ. Принцип действия установки основан на использовании для автоматической коррекции способа, применяемого при телевизионной передаче изображения. В фотоувеличителе в качестве осветительной лампы применена телевизионная проекционная электроннолучевая трубка типа 18ЛК12Б. Необходимая коррекция изображения достигается путем многократного прогона светового луча по затемненному участку негатива. Число прогонов регулируется автоматически по сигналу, поступающему с фотодатчика, контролирующего освещенность. Фотоувеличитель по конструкции довольно сложный прибор, так как содержит узлы кадровой и строчной разверток изображения, фокусирующую и отклоняющую системы, стабилизатор тока фокусировки, автоматический анализатор, системы коррекции и контроля и стабилизированный блок питания. Кроме того, в фотоувеличителе применена довольно сложная оптическая система.

Установка выполнена в виде компактного устройства, состоящего из двух блоков: блока фотоувеличителя и блока управления, смонтированного в отдельном шкафу. Она внедрена в одном из издательств и дает годовую экономию в сумме до 8 000 руб. в год. Применение телевизионной трубки в качестве осветительной лампы — это очень удачная идея, так как позволяет в широких пределах устранять дефекты негатива путем регулирования времени высвечивания дефектных участков и подбора необходимой яркости луча. Кроме того, используя этот же принцип, можно построить прибор для автоматического выделения нужного участка изображения без применения корректирующих масок, для автоматического получения практически любых эффектов художественной выразительности. Принцип действия, заложенный в основу этого оригинального устройства, имеет большие перспективы.

Перейдем к рассмотрению практических схем более простых устройств, применяемых в фотографии. На рис. 44 изображена принципиальная схема созданного Ф. Д. Федоровым *экспонометра для фотопечати,* который предназначен для автоматической установки времени экспозиции при указанном процессе и представляет собой комбинацию фотоэкспонометра и реле времени. Первое устройство выполнено на резисторах R_1—R_{13} по мостовой схеме. Резисторы R_1—R_{10} подключены к переключателю B_1 и служат для создания начального сопротивления плеча моста в зависимости от номера и чувствительности выбранного типа фотобумаги. Датчиком прибора служит фоторезистор R_{12}. Мост уравновешивается переменным резистором R_{11}. Этот же резистор является составным элементом времязадающей цепи $R_{11}C_1$ электронного реле времени, выполненного на транзисторах T_1, T_2. К реле времени резистор R_{11} подключается тумблером B_2.

Прибор работает следующим образом. Тумблером B_3 к нему подключают напряжение сети. При этом загорается осветительная лампа $Л_1$ фотоувеличителя, которая присоединена к сети через нормально замкнутые контакты P_1^1 реле P_1. Переключателем B_1 устанавливают начальное сопротивление плеча моста, соответствующее выбранной фотобумаге. Затем светочувствительную область фоторезистора R_{12} помещают в зону проецирования сюжетно-важного участка негатива. Резистором R_{11} балансируют мост, тумблером B_2 подключают резистор R_{11} к конденсатору C_1 и отключают устройство от сети. После того как в кадрирующую рамку будет вложен лист фо-

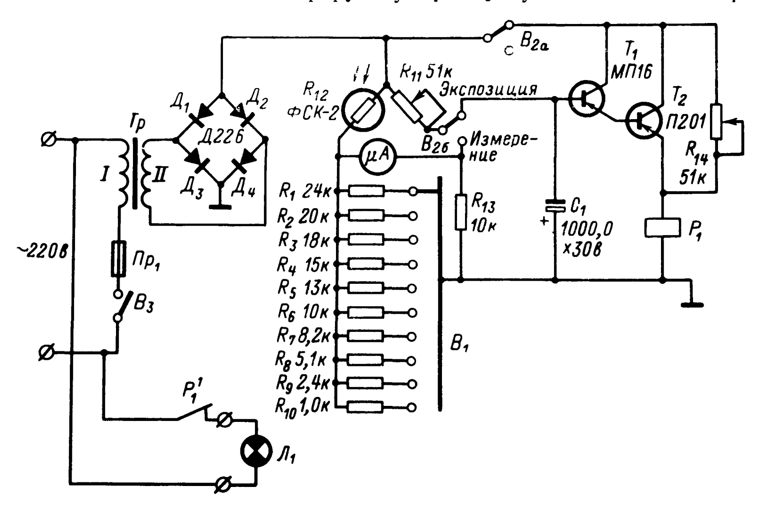


Рис. 44.

тобумаги, вновь включают сеть. Через интервал времени, соответствующий нужной экспозиции, реле P_1 сработает, разомкнет контакты P_1^1 и отключит от сети осветительную лампу фотоувеличителя.

Описанный прибор прост по схемному решению и конструкции и выполнен в одном компактном блоке, но наряду с достоинствами имеет и некоторые недостатки. Например, в нем нет устройства для разряда конденсатора в период между циклами экспонирования. При коротких промежутках времени между очередными циклами ошибка во времени экспозиции за счет остаточного заряда конденсатора может достичь значительной величины. Кроме того, перед началом очередного цикла экспонирования прибор надо отключать от сети. Отмеченные недостатки легко устранимы (см. приложение).

Репродукционный экспозиметр типа РАЭ (авторы конструкции Л. В. Гущина, В. А. Коллонтай, Д. А. Назаров) предназначен для точного дозирования световой энергии при всех видах репродукционных работ, проводимых в фотоцехах полиграфических предприятий. Он позволяет получать качественные негативы и диапозитивы. Основной диапазон контроля 0,065—64,35 *лксек*. Расширение диапазона в сторону больших освещенностей может быть достигнуто применением фильтров соответствующей оптической плотности Погрешность

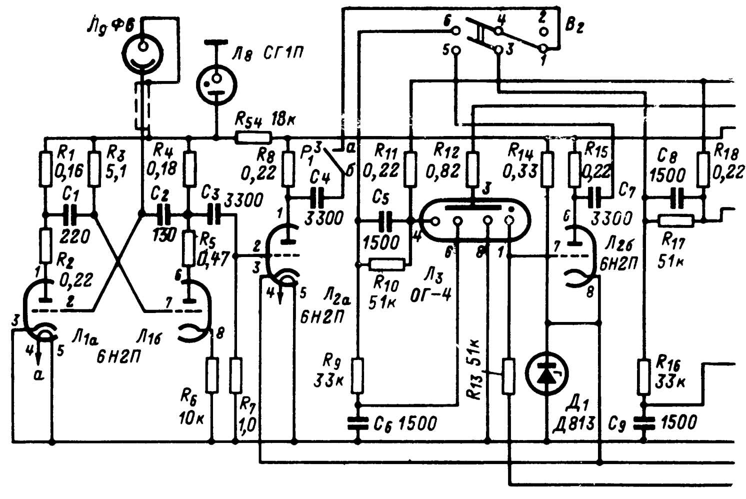


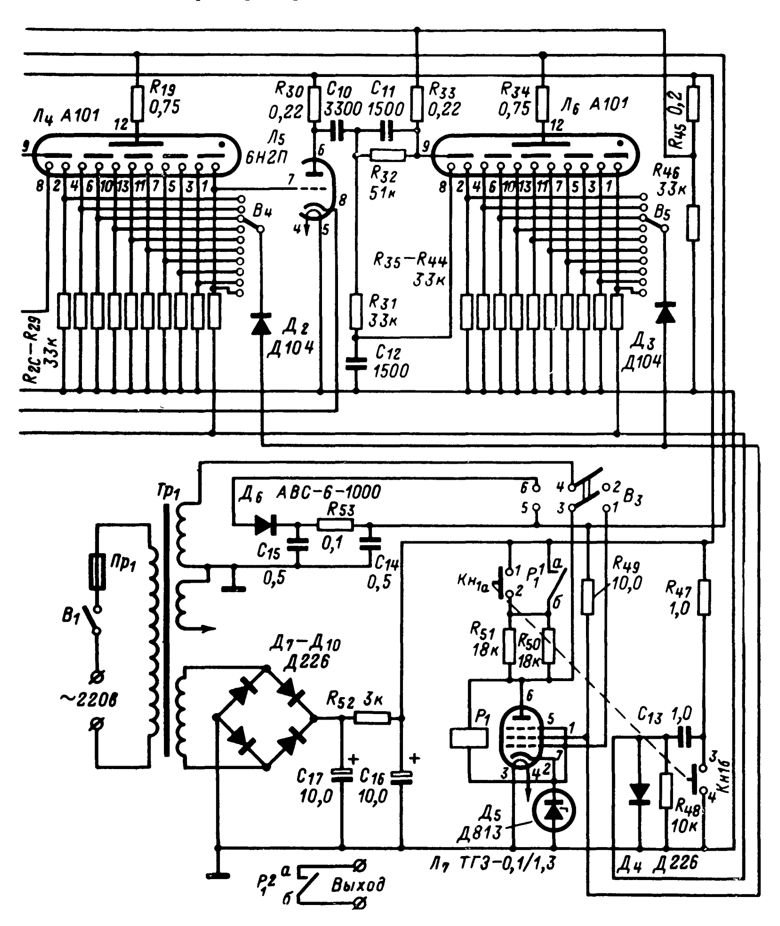
Рис. 45.

дозирования световой энергии не превышает ±5%. Место установки фотодатчика — камера фотоаппарата, около плоскости матового стекла.

Прибор преобразует световую энергию в электрические импульсы, частота следования которых пропорциональна интенсивности светового потока. Он состоит (рис. 45) из генератора импульсов, выполненного по схеме мультивибратора на лампе $Л_1$. Одним из элементов схемы мультивибратора является фотоэлемент $Ф_1$, ток которого, а следовательно, и внутреннее сопротивление пропорциональны освещенности фотографируемого объекта. Импульсы с мультивибратора, частота которых пропорциональна освещенности, поступают в счетное устройство, выполненное на трех декатронах, один из которых $Л_3$ (счетный) типа ОГ-4, а два других — $Л_5$ и $Л_6$ (коммутаторные) типа А-101.

Узлы прибора взаимодействуют следующим образом. При нажатии на кнопку $Кн_1$ (пуск) реле P_1 через нормально разомкнутые контакты P_1^1 самоблокируется. Одновременно импульсы с мультивибратора через контакты P_1^3 начинают поступать на счетное устройство, а контакты P_1^2 включают фоторепродукционную камеру. Предварительно переключателями B_4 и B_5 устанавливают необходимый режим экспонирования, определяемый заранее. Импульсы с подкатодов коммутаторных декатронов $Л_4$ и $Л_5$ через переключатели B_4 и B_5 поступают на вход схемы совпадений, которая срабатывает при одновременном воздействии на ее входы импульсов напряжения и управляет работой исполнительного устройства, выполненного на тиратроне $Л_7$. Тиратрон подключен параллельно обмотке реле P_1 и в исходном положении заперт отрицательным напряжением, возникающим при прохождении тока через кремниевый стабилитрон $Л_5$. В тот момент, когда на выходе счетного устройства количество им-

пульсов станет равным заданному, схема совпадений сработает, тиратрон $Л_7$ откроется и зашунтирует обмотку реле P_1. Последнее обесточится и прибор вернется в исходное состояние.



Напряжение питания анодных цепей мультивибратора и согласующих каскадов (лампы $Л_2$ и $Л_5$) стабилизировано газовым стабилитроном $Л_8$. Кнопка $Кн_1$ — двойная. При нажатии на нее включается рабочий цикл и одновременно осуществляется «сброс», т. е. перевод декатронов в нулевое положение.

В приборе предусмотрена возможность изменения скорости счета импульсов в десять раз. Для этой цели служит тумблер B_2, который отключает от прибора счетный декатрон $Л_3$. Для ручной остановки счета и служит тумблер B_3. При его переключении обмотка реле P_1 замкнется накоротко и схема возвратится в начальное состояние.

Приборы различного назначения, используемые в коммунальном хозяйстве

В этом разделе описываются разнообразные приборы, используемые в коммунальном хозяйстве. На рис. 46 изображена принципиальная схема *сигнализатора и регулятора уровня в паровом котле* (автор конструкции Л. М. Гусаков). Сигнализатор предназначен для контроля, сигнализации и позиционного регулирования уровня воды в барабане парового котла малой мощности, для блокировки подачи газа в топку котла. Это контактный уровнемер, принцип действия которого основан на том, что проводимость воды порядка 0,003 *сим* и вполне достаточна для замыкания цепи через нагрузку. Он состоит из датчиков, релейной схемы коммутации и блока питания. В качестве датчиков используются стержневые электроды *1, 2, 3,* изготовленные из нержавеющей стали, латуни или бронзы, диаметром 8—12 *мм.* Для изоляции их от корпуса используют автомобильные свечи. Стержни приваривают к центральному электроду свечи. Датчики размещены в корпусе уравнительного сосуда (ввинчены в его

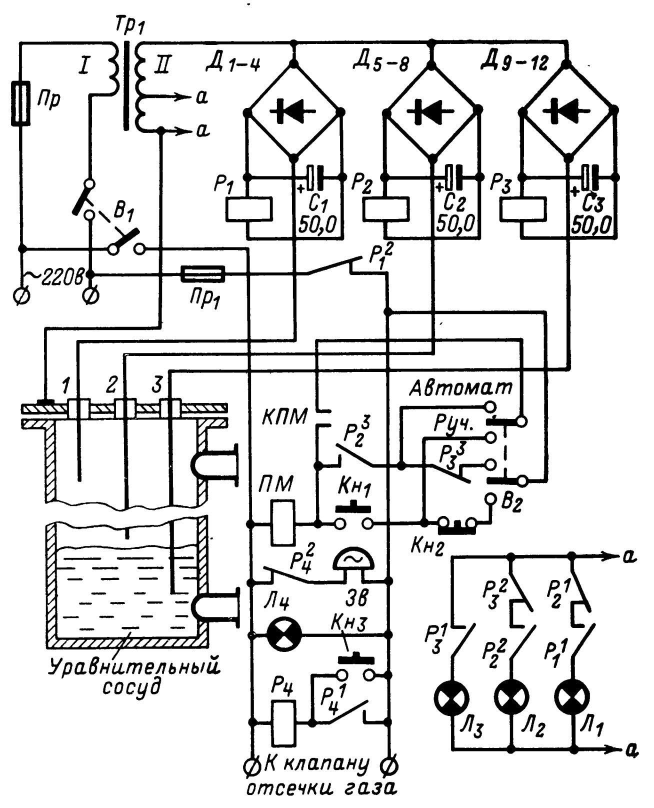


Рис. 46.

крышку). Высота этого сосуда определяется длиной водомерного стекла (трубки). Электроды имеют разную длину, соответствующую разным уровням воды: верхнему *1*, среднему *2* и нижнему *3*. Каждый электрод присоединен к соответствующему концу диагонали своего выпрямительного моста. Вторые концы этих диагоналей подключены к общему выводу обмотки *II* силового трансформатора. Второй вывод обмотки *II* соединен с корпусом уравнительного сосуда. В другую диагональ каждого моста включено электромагнитное реле. Выпрямительные мосты питаются напряжением, снимаемым с обмотки *II* силового трансформатора. Контакты реле P_1—P_3 включены в цепи сигнальных ламп, магнитного пускателя питательного насоса и катушки клапана отсечки газа. В установке предусмотрен переход с ручного режима работы на автоматический. При ручном режиме работы сохраняется автоматическое срабатывание сигнализирующей системы и устройства отсечки газа в аварийной ситуации.

Рассматриваемая установка работает следующим образом. При самом низком уровне воды в котле, когда все три электрода оголены, все реле обесточены и через нормально замкнутый контакт P_1^2 реле P_1 подается напряжение на сигнальную лампу $Л_4$ и на механизм звуковой аварийной сигнализации. При подъеме уровня воды в котле в момент касания воды электродом нижнего уровня срабатывает реле P_1 и замыкается цепь сигнальной лампы $Л_1$ через нормально разомкнутый контакт P_1^1 и нормально замкнутый контакт P_2^1. При соприкосновении воды с электродом среднего (рабочего) уровня срабатывает реле P_2 и своими контактами P_2^2 замыкает цепь сигнальной лампы $Л_2$, а контактами P_2^1 размыкает цепь сигнальной лампы $Л_1$. Когда вода достигает электрода верхнего уровня, срабатывает реле P_3 и своими контактами P_3^2 размыкает цепь сигнальной лампы $Л_2$, а контактами P_3^1 замыкает цепь сигнальной лампы $Л_3$. Одновременно размыкаются контакты P_3^3 и магнитный пускатель *ПМ* отключает питательный насос. В ручном режиме работы включение насоса осуществляется кнопкой $Кн_1$ «Пуск», а остановка — кнопкой $Кн_2$ «Стоп». Система сигнализации при аварии работает следующим образом. При размыкании цепи электрода нижнего уровня (поверхность воды ниже нижнего конца электрода) обесточивается реле P_1 и через нормально замкнутые контакты P_1^2 включается звуковой сигнал *Зв*. Его можно отключить, нажав кнопку $Кн_3$. При этом реле P_4 самоблокируется контактами P_4^1, цепь звуковой сигнализации размыкается контактами P_4^2 и продолжает гореть сигнальная лампа аварии $Л_4$. После устранения неисправности при срабатывании реле P_1 реле P_4 разблокируется и установка вернется в исходное состояние.

Устройство для механизированного учета десяти библиотечных операций сконструировано С. А. Бородиным и В. Н. Серовым. Оно предназначено для выполнения следующих операций: семь операций — единичный и общий счет по отделам, две — счет посетителей в абонементе и в читальном зале и одна — счет общего числа выданных книг. Устройство позволяет значительно упростить ежедневный и месячный учет движения книг и посещаемости библиотеки. Оно представляет собой релейно-коммутационное устройство с регистрацией информации посредством электромеханических счетчиков. Принципиальная схема устройства представлена на рис. 47.

Устройство работает следующим образом. Единичный и общий счет по разделам осуществляется с помощью реле P_1—P_7 и электромеханических счетчиков $ЭМС_1$—$ЭМС_{10}$. Количество импульсов, со-

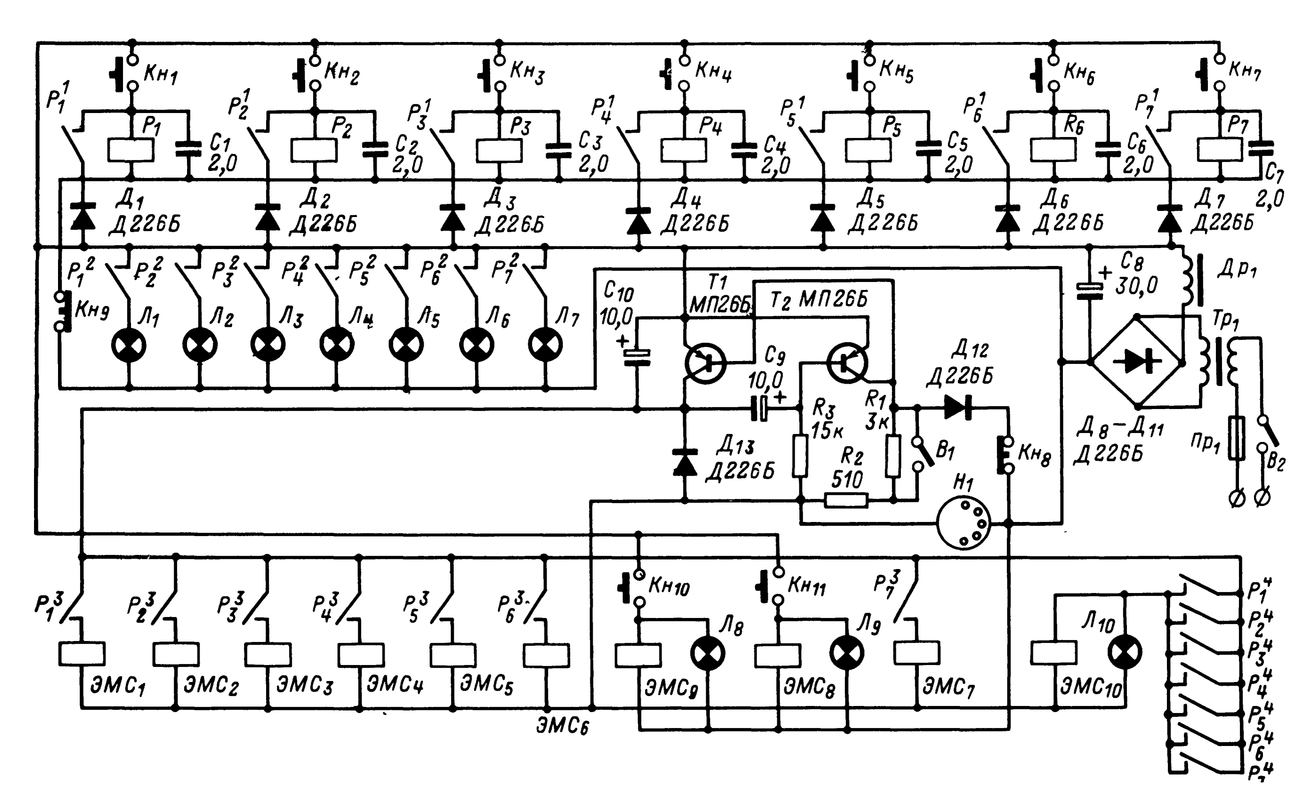


Рис. 47.

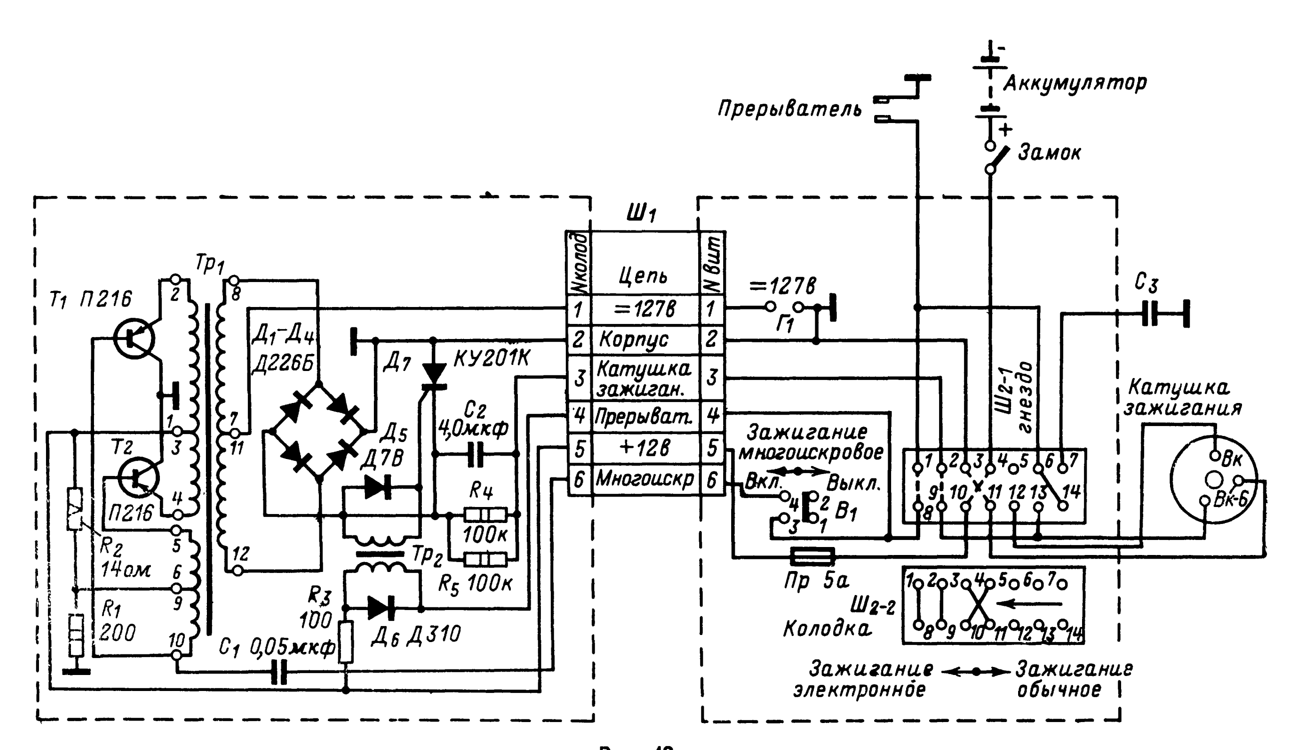
ответствующих числу выданных книг или прошедших посетителей, дает номеронабиратель H_1 телефонного типа. Рассмотрим, например, операцию учета книг по первому отделу. При выдаче книг в этом отделе дежурный библиотекарь нажимает кнопку $Кн_1$. При этом срабатывает реле P_1 и самоблокируется своими контактами P_1^1. Одновременно контакты P_1^2 включают сигнальную лампу, а контакты P_1^3 подключают к выходу формирователя импульсов номеронабирателя соответствующий электромеханический счетчик $ЭМС_1$. Формирователь импульсов номеронабирателя выполнен на транзисторах T_1, T_2 и диодах $Д_{12}$ и $Д_{13}$. Параллельно счетчику $ЭМС_1$ к выходу формирователя контакты реле P_1^4 подключают счетчик $ЭМС_{10}$, с помощью которого осуществляется общий счет выдачи книг по всем отделам. Для фиксирования требуемой информации достаточно набрать соответствующую цифру на номеронабирателе H_1, и счетчики $ЭМС_1$ и $ЭМС_{10}$ зафиксируют необходимые числа. Для того чтобы перейти к счету импульсов по другому каналу, необходимо нажать на кнопку $Кн_9$ «Сброс». При этом реле P_1 разблокируется, и для перехода на новый канал счета достаточно нажать на одну из кнопок $Кн_2$—$Кн_7$. По всем каналам счета процесс фиксации информации проходит аналогично. Для подсчета количества читателей читального зала и абонемента служат счетчики $ЭМС_8$—$ЭМС_9$. Эти счетчики срабатывают при нажатии на кнопки $Кн_{10}$ и $Кн_{11}$. К концу дня показания счетчиков за вычетом информации предыдущего дня записываются в журнал учета. Аналогичным образом получается месячная и годовая информация.

Система механизированного учета оказывает большую помощь библиотекарям. После небольшой доработки применительно к решению требуемых задач она с успехом может быть внедрена на складах, в отделах снабжения и оборудования, в цехах выдачи измерительных приборов и в других подразделениях, где требуется вести учет движения тех или иных материальных ценностей.

Устройство выполнено в виде компактного блока, на лицевой панели которого расположены электромеханические счетчики, сигнальные лампы и кнопки управления. В нем применен навесной монтаж. Исключение составляет формирователь импульсов. Он изготовлен на отдельной плате с применением печатного монтажа.

В целом установка очень проста по схемному решению и техническому исполнению. Ее недостаток — это отсутствие выносных пультов управления. Действительно, для передачи необходимой информации библиотекарям разных отделов необходимо подходить к пульту и, нажимая соответствующие кнопки, осуществлять необходимый счет. Было бы намного проще, если бы у каждого библиотекаря был свой малогабаритный выносной пульт, состоящий из номеронабирателя с формирователем и кнопок включения и выключения. Правда, при этом несколько усложнилась бы схема прибора, появились бы соединительные провода и т. д., но намного улучшились бы условия работы.

На рис. 48 изображена принципиальная схема *прибора электронного зажигания автомобиля* (конструкторы И. И. Чемерис и Н. И. Короткоручко). Об электронном зажигании автомобилей пишут довольно много. В печати опубликованы разнообразные установки для такого зажигания. Описываемое устройство отличается от ранее опубликованных хорошей продуманностью и удобством эксплуатации. Оно состоит из двух узлов: преобразователя напряжения на транзисторах T_1, T_2, диодах $Д_1$—$Д_4$ и тиристорного прерывателя


Аккумулятор
Прерыватель
Замок
Ш1
Т1 П216
Тр1
Д1–Д4
Д226Б
Д7
КУ201К
С2
4,0мкф
Д5
Д7В
Т2
П216
R2
14ом
R1
200
R4
100к
R5 100к
Тр2
R3
100
Д6 Д310
С1 0,05мкф
N колод
Цепь
N вилк
=12в
Корпус
Катушка зажиган.
Прерыват.
+12в
Многоискр
Г1
С3
Ш2-1 гнездо
Катушка зажигания
Вк
Вк-Б
Зажигание многоискровое
Вкл.
Выкл.
В1
Пр 5а
Ш2-2
Колодка
Зажигание электронное
Зажигание обычное
Рис. 48.

напряжения (тиристор $Д_7$ и диоды $Д_5$, $Д_6$). Принцип работы основан на разряде конденсатора C_2 через тиристор $Д_7$ и катушку зажигания автомобиля.

Преобразователь, выполненный на транзисторах T_1, T_2 и трансформаторе $Тр_1$, преобразует постоянное напряжение аккумулятора в переменное амплитудой 300 *в*. Это напряжение выпрямляется диодным мостом $Д_1$—$Д_4$ и заряжает конденсатор C_2. Импульсы с прерывателя автомобиля поступают на трансформатор $Тр_2$, создавая на его вторичной обмотке импульсы запуска тиристора. В момент отпирания конденсатор C_2 быстро разряжается через катушку зажигания. При этом накопленная в конденсаторе энергия трансформируется в катушке зажигания и обеспечивает искрообразование.

Мы рассмотрели одноискровой режим работы. Как показали испытания системы, при запуске двигателя в холодное время более эффективно воздействие на искровой промежуток свечи не единичного импульса, а серии их, с частотой посылок 130—150 *гц*. Для получения серии импульсов в приборе предусмотрен тумблер B_1, которым к первичной обмотке трансформатора $Тр_2$ подключают через конденсатор C_1 часть обмотки трансформатора $Тр_1$. При этом тиристор $Д_7$ открывается переменным напряжением, поступающим с преобразователя. Частота запускающих импульсов будет несколько ниже частоты преобразования, так как она определяется выходным сопротивлением преобразователя и емкостью конденсатора C_2. Многоискровой режим работы используется только при затрудненном запуске двигателя.

Конструктивно прибор выполнен в виде двух блоков: собственно блока электронного зажигания и пульта управления, представляющего собой коммутационное устройство, позволяющее при помощи тумблера B_1 переключать систему из одноискрового в многоискровой режим работы, а путем перестановки колодки разъема устанавливать двигатель в обычный режим работы без системы электронного зажигания. Кроме того, в пульте размещены гнезда $Г_1$ для подключения электробритвы. На них подается напряжение с части вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$. Установка размещена в силуминовом корпусе, который одновременно служит радиатором для транзисторов. Эксплуатация рассмотренной системы зажигания показала, что ее применение увеличивает на 5—7% к. п. д. двигателя, снижает величину тока, разрываемого контактами прерывателя, до 150 *ма*, позволяет получить высокие эксплуатационные характеристики автомобиля — экономию горючего, облегченный запуск, более полное сгорание топлива, улучшение приемистости и т. д.

Система устойчиво работает в диапазоне температур от —40 до +60 °С

Простое *устройство для контроля светотехнических параметров автомобильных фар* (рис. 49) сконструировал В. Я. Колесов. Оно состоит из выпрямителя для питания фар необходимым напряжением и измерительного устройства. Выпрямитель собран на диодах $Д_1$—$Д_4$ по мостовой схеме. В его выходную цепь включен реостат R_1 для плавной регулировки выпрямленного напряжения и вольтметр $ИГ_1$ Переключатель B_1 осуществляет переключение света фар с ближнего на дальний.

Измерительное устройство состоит из стабилизированного источника питания, собранного на диодах $Д_5$—$Д_8$ и газовых стабилитронах $Л_1$, $Л_2$, фоторезистора R_2 и миллиамперметра $ИП_2$. С прибором работают следующим образом. Подключают к нему фару с зара-

нее известными рабочими образцовыми параметрами, устанавливают ее на определенном расстоянии от фоторезистора R_2 и замечают показания миллиамперметра $ИП_2$. Затем аналогичную процедуру производят с испытуемой фарой и судят о ее светотехнических данных, сравнивая показания прибора $ИП_2$ для эталонной и испытуемой фар.

Устройство просто по конструкции и в эксплуатации. Оно позволяет получать объективную информацию о качестве фар, что особенно важно при массовом обслуживании автомобилей.

На рис. 50 изображена принципиальная схема *автоматического противопожарного сигнализатора* (конструктор Л. М. Гусаков). Сигнализатор предназначен для предотвращения возгорания тканей в сушильных камерах отделочных производств мелкоткацких фабрик. Принцип действия прибора основан на изменении сопротивления фоторезистора при нарушении его нормального режима освещенности, которое возникает в результате появления дыма при перегреве ткани.

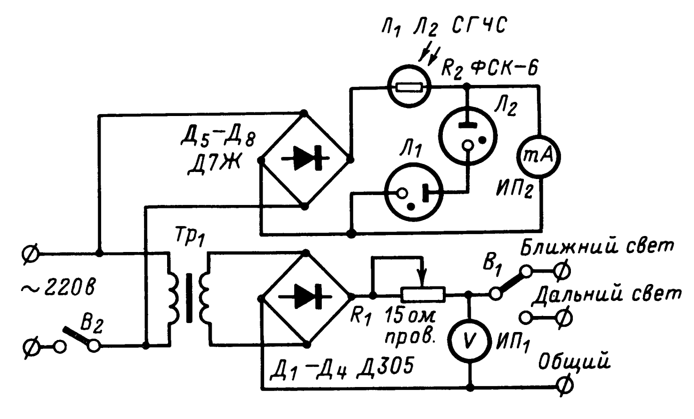


Рис. 49.

Прибор состоит из усилителя постоянного тока, нагрузкой которого служит исполнительное реле $Р_1$. Усилитель выполнен на транзисторах $Т_1$—$Т_3$ по схеме с гальванической связью между каскадами. Фоторезистор включен в цепь базы транзистора $Т_1$ последовательно с резистором R_1 и микроамперметром $ИП_1$. При включении прибора в сеть свет от лампы $Л_1$ падает на фоторезистор R_5, уменьшая его сопротивление. При этом срабатывает реле $Р_1$ и своими контактами $Р_1^1$ включает сигнальную лампу $Л_3$, что указывает на нормальную работу прибора. При изменении освещенности фоторезистора в результате появления дыма его сопротивление возрастает. При достижении определенного значения сопротивления в приборе происходит перераспределение токов и через обмотку реле $Р_1$ ток течь не будет. При этом переключаются контакты $Р_1^1$ и $Р_1^2$ этого реле, на пульте прибора загорается контрольная лампа $Л_2$, сигнализирующая об опасности, подается звуковой сигнал тревоги и отключается механизм подачи ткани в сушильную камеру. После устранения опасности прибор возвращается в исходное состояние.

Фоторезисторы и осветительные лампы прибора размещены в стальных тубусах диаметром 75—80 и длиной 250—300 *мм*. Тубусы

расположены в разных частях сушильной камеры. Чувствительность прибора по току срабатывания составляет 2% от шкалы измерительного прибора. Его настройка сводится к установке по номинальному току соосности осветителя и фоторезистора. При включенном приборе и выведенном полностью резисторе R_1 стрелка прибора должна отклониться вправо до конца шкалы. Резистором R_3 устанавливают порог срабатывания прибора при появлении дыма.

Недостатком конструкции можно считать то обстоятельство, что порог срабатывания определяется чувствительностью магнитной системы реле. В таком устройстве трудно ожидать большой стабильности порога, тем более что напряжение питания не стабилизировано. Более целесообразно было бы включить реле в спусковое

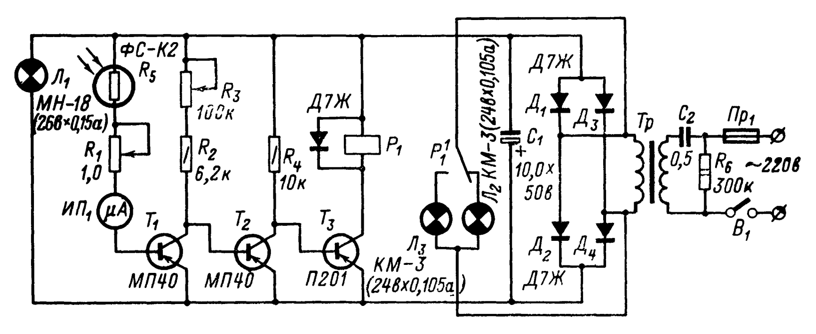


Рис. 50.

устройство. В этом случае сигнальное устройство срабатывало бы более четко. Кроме того, в предлагаемом приборе реле P_1 все время находится во включенном положении. Это тоже плохо. Оно должно включаться только при возникновении аварийной ситуации.

Гигроскопический ориентатор «ГИРОС» (рис. 51), сконструированный П. В. Язевым, предназначен для ориентирования и точного ведения по заданному направлению туннельного щита при строительстве подземных сооружений (туннелей, штолен, штреков и других горных выработок) и позволяет сократить объем необходимых маркшейдерских работ. Прибор с помощью следящей системы фиксирует отклонения проходимой горной выработки от установленного угла между главной осью гироскопа и нужным направлением.

Ориентатор состоит из гироскопического датчика направления, следящей системы и фазочувствительного усилителя постоянного тока. Напряжение питания на гироскоп подается с понижающего трансформатора $Тр_1$ через трехфазный преобразователь. Следящая система и усилитель подключены к источнику постоянного тока напряжением 9 *в*.

Курс движения туннельного щита определяется как горизонтальный угол между главной осью гироскопа, предварительно ориентированной в нужном направлении, и направлением продольной оси щита. Все изменения этого угла, вызванные отклонением щита от заданного направления, отмечаются следящей системой, и соответствующие команды для исправления отклонений подаются на приводное устройство автоматически. Система слежения состоит из зеркального отражателя, укрепленного на рамке подвеса гироскопа, освети-

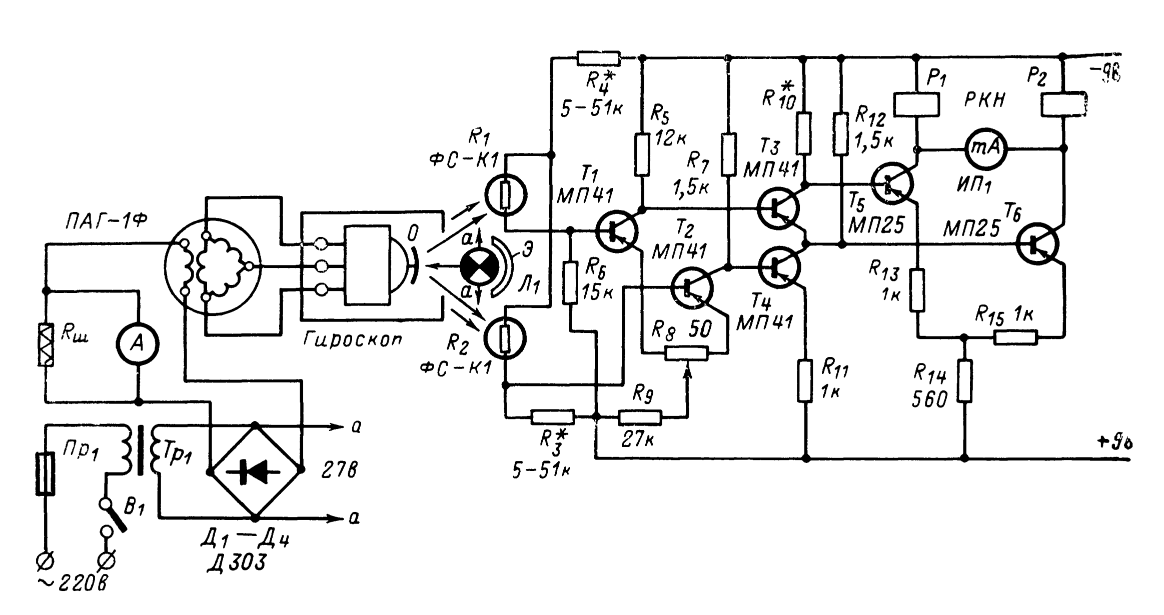

ПАГ-1Ф
Гироскоп
О
Э
Л1
а
а
Rш
А
Пр1
Тр1
В1
~220в
Д1—Д4
Д303
27в
R1
ФС-К1
R2
ФС-К1
R4*
5-51к
R5
12к
R6
15к
R7
1,5к
R8 50
R9
27к
R3*
5-51к
T1
МП41
T2
МП41
T3
МП41
T4
МП41
R10*
R11
1к
R12
1,5к
P1
РКН
P2
-9в
mA
ИП1
T5
МП25
T6
МП25
R13
1к
R15 1к
R14
560
+9в

Рис. 51.

тельной лампы $Л_1$ со светонепроницаемым экраном *Э* и двух фоторезисторов R_1 и R_2. Фоторезисторы подключены ко входу трехкаскадного балансного усилителя. Первичная балансировка его осуществляется подбором резисторов R_3R_4, а балансировка перед началом измерений (установка нуля) резистором R_8. Нагрузкой выходного каскада балансного усилителя служат два реле типа *РКН*, которые при срабатывании выдают необходимые команды на системы привода туннельного щита.

Систему балансируют при симметричном положении зеркального отражателя *О* относительно фоторезисторов R_1R_2 При отклонении туннельного щита от требуемого направления положение фоторезисторов относительно отражателя изменяется и на входе усилителя появляется сигнал разбаланса, который усиливается и приводит к срабатыванию соответствующего реле. Контакты реле замыкают или размыкают соответствующие цепи в системе управления и привода. Величину отклонения в градусах можно контролировать по показанию стрелочного индикатора $ИП_1$.

Прибор выполнен в виде двух блоков. Первый состоит из выпрямителя на диодах $Д_1$—$Д_4$ и трехфазного преобразователя ПАГ-1Ф. Выпрямитель обеспечивает напряжение 27 *в* постоянного

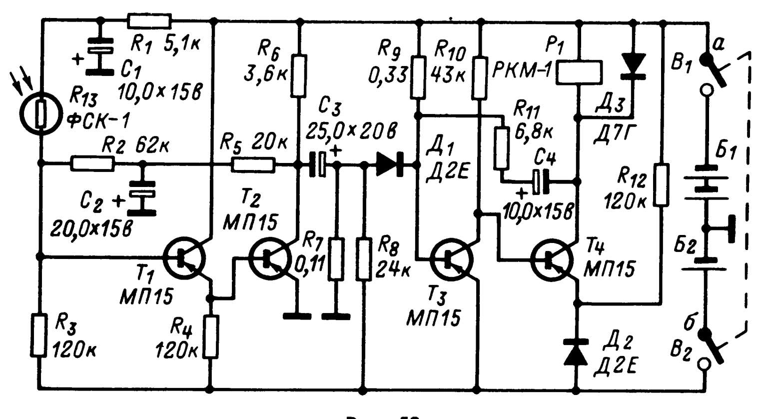


Рис. 52.

тока, необходимое для питания двигательной обмотки преобразователя, при токе нагрузки до 10 *а*. Во втором блоке размещены: гироскоп, балансный усилитель и все элементы следящей системы. Между собой блоки соединяются штепсельными разъемами.

Конструкторами А. М. Гущиным и Л. М. Романенко создан ***электрифицированный тир*** (схема на рис. 52). Это интересная конструкция, которая при соответствующем оформлении может заменить тиры, в которых используются пневматические ружья и пистолеты. Установка состоит из электрического «пистолета», «стреляющего» лучом света, и электронной мишени, расположенной на расстоянии около 6 *м* от стрелка. В корпусе «пистолета» размещены осветительная лампа, батарея типа «Крона», кнопочный включатель, кинематически связанный со спусковым курком, и фокусирующая линза.

На дульной части корпуса размещена прицельная мушка. Источник света — миниатюрная лампа 2,5 *в*×0,5 *а*.

Электронная мишень представляет собой фоторезистор R_{13}, являющийся составным элементом фотореле, выполненного на транзисторах T_1—T_4 и состоящего из усилителя постоянного тока (транзисторы T_1, T_2) и одновибратора (транзисторы T_3, T_4). Нагрузкой одновибратора служит реле P_1. Установка работает следующим образом. «Выстрел», т. е. освещение фоторезистора R_{13} лучом света, приводит к резкому уменьшению его сопротивления и тем самым к изменению величины напряжения на базе транзистора T_1. В конечном результате срабатывает реле P_1 и его контакты включают сигнальную лампу, сигнализирующую попадание в цель. Контакты реле и сигнальная лампа на схеме не показаны. Установка проста по замыслу и техническому выполнению.

Мы рассмотрели лишь небольшое количество наиболее простых и доступных для повторения радиолюбительских конструкций, используемых в строительстве и коммунальном хозяйстве. Понятно, что круг задач, решаемых с помощью радиоэлектроники в рассматриваемом разделе, намного шире. Особенно широки возможности применения автоматики и вычислительной техники в строительстве, торговле, службах снабжения и сбыта, в проектной работе. К сожалению, ограниченный объем книги не позволяет рассмотреть более сложные по конструкции установки.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Электронные устройства для проведения научных исследований

Круг задач, решаемых с помощью радиоэлектроники при проведении научных исследований, необычайно широк. Мы ограничимся рассмотрением наиболее характерных примеров ее применения. На рис. 53 изображена блок-схема *установки для проведения электромагнитных зондирований геологических разрезов в диапазоне частот от 80 гц до 3,5 Мгц.* Авторы конструкции Ю. А. Аветикян и Е. А. Дорофеев.

Действие прибора основано на зависимости проникающей способности электромагнитных волн от их частоты и от геоэлектрического строения верхних горизонтов земной коры. Установка состоит из широкодиапазонного передатчика с плавным перекрытием всего диапазона излучаемых колебаний и селективного приемника. Работа устройства происходит следующим образом. Задающий генератор *1* вырабатывает напряжение синусоидальной формы частотой от 80 *гц* до 3,5 *Мгц*. Это напряжение усиливается выходным каскадом *2* и подается на излучающую систему *3*. В качестве последней используют любой заземленный диполь (два электрода из проводящего материала, забитых в землю), либо обычную рамочную антенну. Величина тока в излучающей системе, т. е. мощность излучения, контролируется с помощью термопреобразователя *4*.

Сигнал, излучаемый передатчиком, проходит через верхние слои земной коры и попадает на приемный диполь *5* (или рамку). После

предварительного ослабления сигнала аттенюатором *6* сигнал поступает на вход селективного усилителя. В приборе применены два различных селективных усилителя: низкочастотный *7*, выполненный по схеме с двойными Т-образными *RC*-фильтрами, и высокочастотный *8*, собранный по схеме супергетеродинного приемника. После усиления по высокой частоте сигнал поступает в блок *9* измерения амплитуд отдельных частотных составляющих. В процессе измерения получают зависимость амплитуды принимаемого сигнала от частоты. По характеру этой зависимости, применяя специальные методы интерпретации, устанавливают геологическое строение верхней

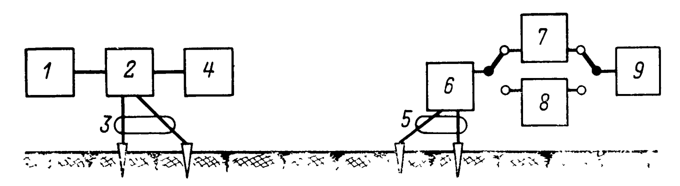


Рис. 53.

части земной коры в месте проведения исследований Установка пригодна для изучения глубин от 1 до 150—200 *м* в самых разнообразных геологических условиях. Описание принципиальной схемы прибора дано в приложении.

При проведении различных научных исследований в последнее время все шире начинают применять ультразвуковые методы измерений. Импульсный ультразвуковой метод широко применяется для определения физико-механических характеристик различных материалов и горных пород. Он позволяет получать кинетические зависимости, связанные с затвердеванием материалов, с определением в них фазовых переходов и для других целей. При сравнительно несложной аппаратуре и методике наблюдений импульсный ультразвуковой метод позволяет с достаточной точностью определять такие характеристики материала, как модуль сдвига, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, плотность и вязкость и другие, и не только определять, но и следить за их изменением во времени.

Автором этой книги разработан прибор, работающий в широком спектре частот, чувствительностей и мощностей акустического импульса. Прибор предназначен для исследования самых разнообразных сред. В различных модификациях он использовался для исследования грунтовых систем и горных пород как в лаборатории, так и в местах естественного залегания, для исследования высоконаполненных полимерных систем, для проведения акустического каротажа, снятия кинетических кривых полимеризации различных мономеров и других аналогичных целей. Прибор имеет следующие параметры· диапазон рабочих частот от 2,7 до 2 000 *кгц* при чувствительности по входу не ниже 0,35 *мм/мкв*; амплитуда выходного импульса, изменяющаяся в пределах от 20 *в* до 2,5 *кв* при длительности 1—5 *мксек,* максимальное время прозвучивания — 8 000 *мксек*. Прибор позволяет определить скорость распространения ультразвуковых и звуковых колебаний, относительное затухание во времени или в ходе того или иного процесса, позволяет следить за изменением волнограмм на экране осциллографа и может быть использован для работ по сейсмомоделированию. Он создан на базе

выпускаемого промышленностью испытателя кабелей и линий типа ИКЛ-5.

На рис. 54 показана блок-схема прибора. Задающий генератор *1* запускает блок задержки развертки *12* и управляет работой электронного коммутатора *2*. Последний запускает блок задержки генератора импульсов *4*, блок масштабных меток *3*, схему отключения изображения масштабных меток *11*, а также управляет работой усилителя *9*, запирая его на период генерирования масштабных меток. Блок задержки генератора импульсов *4* обеспечивает задержку запуска генератора импульсов *5* на время 70—220 *мксек*, необходимое для того, чтобы компенсировать «мертвое время» блока задержки развертки *12* и тем самым наблюдать на экране электроннолучевого индикатора *14* отсчетный импульс *А*. Кроме того, блок задержки *4* запускает генератор подвижной метки *10*.

Генератор развертки *13* вырабатывает напряжение пилообразной формы, необходимое для обеспечения горизонтального отклонения луча на экране индикатора *14*. Генератор импульсов *5* вырабатывает импульсы напряжения, амплитуда которых убывает по

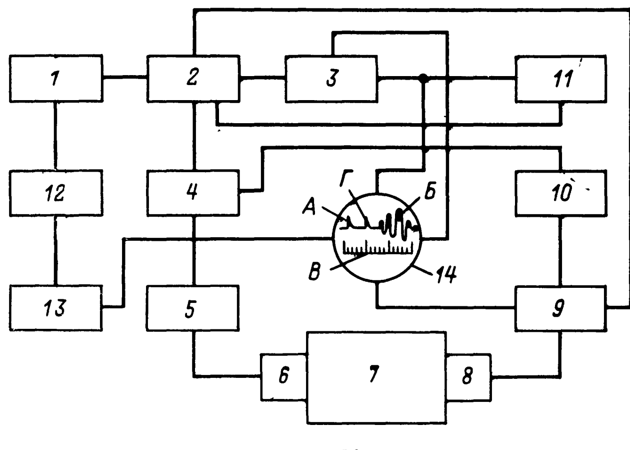


Рис. 54.

экспоненциальному закону. Исходное значение амплитуды импульсов может регулироваться грубо и плавно в пределах от 20 *в* до 2,5 *кв*. Эти импульсы напряжения преобразуются пьезоэлектрическим излучателем *6* в акустический сигнал. Сигнал, пройдя исследуемую среду *7*, попадает на пьезоприемник *8*, которым снова преобразуется в электрический импульс напряжения сложной формы. Этот сложный импульс усиливается по напряжению и мощности усилителем *9* и попадает на вертикальные отклоняющие пластины индикатора *14* (импульс *Б*). Таким образом, в результате взаимодействия перечисленных блоков схемы на экране осциллографического индикатора *14* можно наблюдать одновременно отсчетный импульс *А*, принятый сигнал *Б*, метки времени *В* и подвижную метку *Г*. Последняя необходима для более точного отсчета при больших временах задержки развертки, т. е. при работе на больших базах в средах с малым значением скорости звука. В этом случае

подвижную метку *Г* совмещают с ближайшей к сигналу *Б* кратной меткой и отсчет ведут от нее, прибавляя к полученному результату предварительное время задержки, отсчитанное по кратным меткам. Описание принципиальной схемы прибора дано в приложении.

На рис. 55 изображена принципиальная схема *прибора для изучения электрохимических процессов в гальвано- и потенциостатических режимах* (конструкторы И. Д. Лощилин, В. Т. Фомичев, В. В. Саманов и А. М. Озеров). Прибор служит для изучения кинетики электрохимических процессов, происходящих на электродах электрохимической ячейки при поляризации их постоянным или пе-

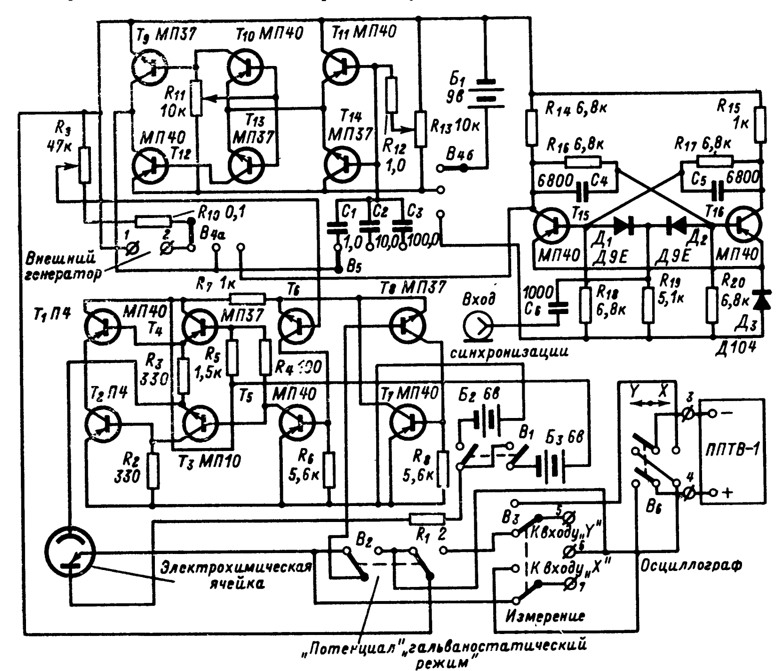


Рис. 55.

ременным током различной формы. Он позволяет автоматически получать поляризационные кривые с помощью осциллографа любого типа.

Прибор состоит из генератора пилообразного напряжения, генератора импульсов прямоугольной формы, дифференциального усилителя, усилителя мощности и коммутирующих цепей. Предусмотрена возможность подключения внешнего генератора, вырабатывающего напряжение необходимой формы.

Генератор пилообразного напряжения выполнен на транзисторах T_9—T_{14} по схеме решающего усилителя, в котором напряжение от источника постоянного тока $Б_1$ сравнивается с напряжением обратной связи, поступающим на вход усилителя через конденсаторы

C_1—C_3. Выходное напряжение при этом изменяется по линейному закону.

Генератором прямоугольных импульсов является триггер на транзисторах T_{15}, T_{16}. Триггер запускается импульсами синхронизации, в качестве которых используются импульсы обратного хода луча осциллографа.

Напряжение от внешнего генератора подается на зажимы *1*, *2*. Устанавливая переключатель B_4 в различные положения, можно подавать на измерительное устройство напряжения различной формы.

Дифференциальный усилитель собран на транзисторах T_5—T_8 по стандартной схеме. Он служит для сравнения напряжения, снимаемого с одного из электродов электрохимической ячейки, с напряжением, поступающим от генератора. Сигнал рассогласования усиливается по мощности усилителем на транзисторах T_1—T_4 с гальванической связью между каскадами и обеспечивает необходимый режим слежения.

Когда напряжение обратной связи снимается на дифференциальный усилитель с участка измерительный электрод — электрод сравнения электрохимической ячейки, то прибор работает в потенциастатическом режиме.

При этом на ячейке поддерживается постоянный потенциал. Если же напряжение обратной связи снимается с резистора R_1, включенного последовательно с ячейкой, то прибор будет работать в гальваностатическом режиме и величина тока, протекающего через ячейку, будет поддерживаться постоянной.

Прибор калибруется с помощью потенциометра типа ППТВ-1, подключаемого к зажимам *3*, *4* прибора. Регистрирующее устройство присоединяют к зажимам *5*, *6*, *7*.

Описанный прибор имеет следующие эксплуатационные параметры· максимальный ток через электрохимическую ячейку 5 *а*, максимальное напряжение на ней 6 *в*, скорость развертки по напряжению — от 2 *мв/сек* до 6 *в/сек*, а по току — от 1 *ма/сек* до 5 *а/сек*. Время развертки можно изменять от 1 до 1 000 *сек*. Погрешность измерения не превышает 2%.

Как показали проведенные автором этой книги исследования по применению импульсного ультразвукового амплитудно-фазового метода контроля полноты затвердевания высоконаполненных полимерных систем, на результаты измерения оказывает существенное влияние сопротивление ультразвуковому излучению со стороны исследуемой среды — демпфирование преобразователя. Это влияние наиболее резко проявляется в конечной фазе затвердевания, когда происходит качественное изменение состояния контролируемого материала, и особенно усиливается, если система, состоящая из излучателя, исследуемой среды, приемника и измерительной ванны, возбуждается на резонансной частоте. В этом случае в результате изменения добротности системы, определяемого демпфирующим действием среды, происходит резкое изменение формы зарегистрированного суммарного пакета колебаний. Поэтому автором разработан новый метод измерений — ультразвуковой метод демпфированного преобразователя, который принципиально отличается от импульсного ультразвукового амплитудно-фазового метода теоретическими предпосылками, а также простотой, и чувствительностью. Метод разработан применительно к решению задач радиационной полимеризации, но может найти и более широкое применение.

Суть метода заключается в следующем. Пластина из материала, обладающего пьезоэлектрическими свойствами (излучатель), погружается в исследуемую среду, находящуюся в жидком или газообразном состоянии. Эта пластина возбуждается на резонансной частоте системы, состоящей из излучателя, исследуемой среды и измерительного сосуда. Под влиянием внешних воздействий (изменение температуры, действие гамма-излучения и др.) свойства исследуемой среды изменяются, вследствие чего меняется и ее демпфирующее действие на излучатель, последнее проявляется в изменении электрических параметров пьезопластины, а именно: *добротности, активной и реактивной составляющих полного сопротивления*.

Для измерения этих изменений автором была создана специальная установка. Блок-схема ее изображена на рис. 56. Установка работает следующим образом. Пьезопластина *1* из пьезокерамики погружена в исследуемую жидкость *3*, налитую в измерительный

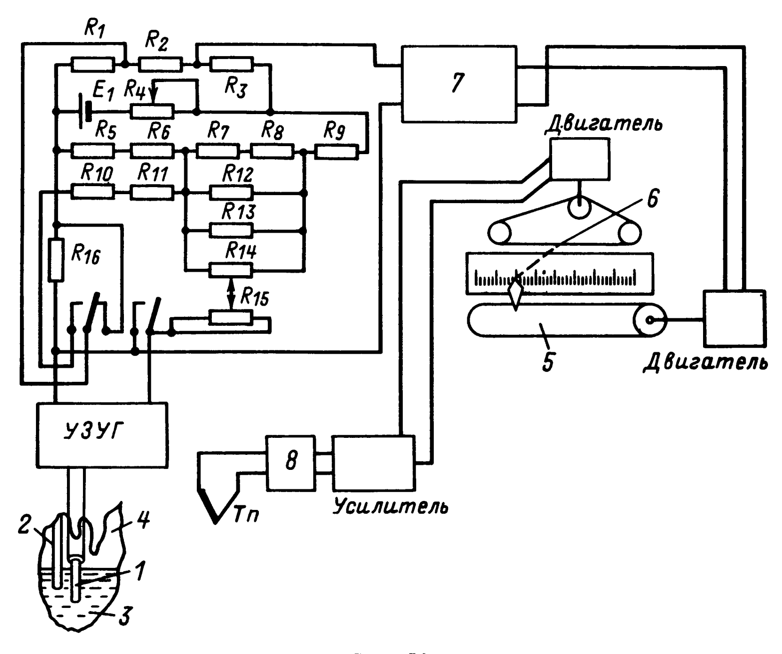


Рис. 56.

стеклянный баллон *4*, воздух из которого откачан. В этом баллоне имеется карман *2*, заполненный изопентаном или другой жидкостью, замерзающей при достаточно низких температурах. В карман вставлен рабочий спай термопары *Тп*; напряжение, возбуждающее пластину *1*, подается с генератора смонтированного в блоке ультразвукового усилителя-генератора (УЗУГ). Изменяя частоту генератора, добиваются возбуждения пластины на резонансной частоте системы, состоящей из пластины *1*, исследуемой среды *3* и баллона

4. Для контроля электрических параметров этой системы применено обычное устройство, измеряющее резонансную частоту колебательных контуров. Устройство смонтировано в том же блоке УЗУГ. Выход устройства подключен к автоматическому потенциометру, который состоит из измерительного моста (сопротивления R_1—R_{16}), фазочувствительного усилителя и реверсивного двигателя, осуществляющего автоматическую балансировку моста и вращение барабана с диаграммной лентой *5*. Момент резонанса определяется по максимальному отклонению измерительного барабана *5* от нулевого положения.

В процессе опыта при изменениях добротности системы от воздействия температуры и облучения источником гамма-лучей барабан *5* будет отклоняться от первоначального положения. Это отклонение коррелируется с влиянием воздействующих на систему фак-

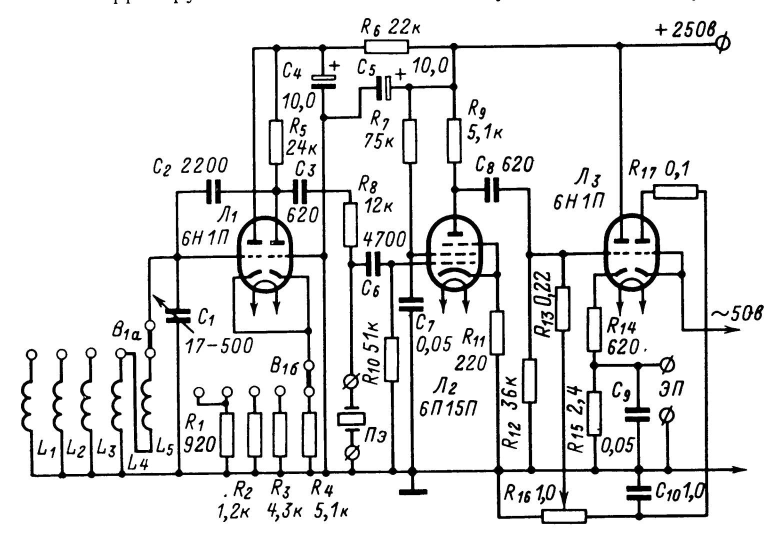


Рис. 57.

торов. Одновременно перемещается перо *6*, и на диаграммной ленте записывается кривая, показывающая зависимость изменения добротности от температуры. Влияние облучения гамма-лучами, которое производят при фиксированном значении температуры, проявляется в отклонении (довольно резком в случае образования полимера в момент облучения) барабана от исходного, соответствующего данной температуре положения.

Как вытекает из вышеизложенного, установка состоит из трех основных частей: двухкоординатного самопишущего потенциометра *8*, ультразвукового усилителя-генератора УЗУГ и измерительного баллона с исследуемой жидкостью *4*. Двухкоординатный самопишущий потенциометр изготовлен на базе стандартных приборов типа ПС-1 и ЭПП-09. Переделка стандартных приборов сведена к минимуму и заключается в следующем: из ЭПП-09 удален механизм привода ведущего барабана диаграммной ленты и на его месте

установлен механизм и электрические детали привода пера, а также электронное устройство потенциометра ПС-1. Вместо пера этот механизм приводит в движение ведущий барабан ЭПП-09. Угол отклонения барабана от нулевого положения пропорционален амплитуде поданного на вход потенциометра напряжения. Такой двухкоординатный самопишущий потенциометр более надежен в работе, чем аналогичный промышленный потенциометр ПДС-021, ввиду более простой кинематической схемы привода.

Принципиальная схема *ультразвукового усилителя-генератора* (УЗУГ) показана на рис. 57. Блок УЗУГ состоит из генератора высокой частоты, усилителя и лампового вольтметра. Генератор собран на лампе $Л_1$. С выхода генератора напряжение высокой частоты через сопротивление R_8 поступает на одну из обкладок пьезопластины *Пэ,* погруженной в исследуемую среду. Частоту генератора можно изменять в пределах 80 *кгц* — 2 *Мгц* при помощи переключателя B_1 и плавно конденсатором переменной емкости C_1.

Амплитуда переменного напряжения на обкладках пьезопластины *Пэ* будет определяться ее полным электрическим сопротивлением. В зависимости от степени демпфирования пьезопластины исследуемой средой будут изменяться величина активной и реактивной составляющих полного сопротивления и соотношение между ними, а тем самым и величина сигнала, снимаемого с делителя напряжения R_8, пьезопластина *Пэ.* Изменения сигнала, пройдя через усилитель на лампе $Л_2$, поступают в ламповый вольтметр, собранный на лампе $Л_3$. С делителя R_{14}, R_{15}, установленного в катодной цепи левого (по схеме) триода $Л_3$, сигнал подается на вход электронного потенциометра *ЭП.* Максимальное отклонение указателя шкалы потенциометра регулируется переменным резистором R_{16}. Остальные цепи прибора достаточно просты и особых пояснений не требуют.

Конструктивно установка выполнена в корпусе электронного потенциометра ЭПП-09. Элементы привода пера ЭПП-09 и их размещение, как указывалось выше, оставлены без изменения. На откидном кронштейне ЭПП-09 смонтирован механизм привода барабана, усилитель, батарея и элементы электрической коммутации. Блок УЗУГ смонтирован вертикально в правом заднем углу корпуса.

Методика работы с установкой предельно проста. Стеклянный баллон с пьезопластиной *1* высокочастотным кабелем соединяют с входом УЗУГ. Включив прибор в сеть переключателем B_1 и конденсатором переменной емкости C_1 добиваются максимального отклонения барабана от положения равновесия. Вращая движок потенциометра R_{16} устанавливают барабан в положение 3/4, максимального отклонения. Последнее связано с тем, что в некоторых фазовых состояниях добротность измерительной системы может возрастать. После того как начальная регулировка закончена, включают в сеть электронный потенциометр записи температуры (привод пера). Затем наклеивают на барабан кусок диаграммной ленты, опускают перо и приступают к измерениям.

Рассмотренная установка для работы по методу демпфированного преобразователя используется для исследования полимеризации в твердой фазе при низких температурах и фазовых переходов в твердом теле. Она также может быть применена для снятия термомеханических кривых, так как демпфирование преобразователя в конечном итоге определяется изменением вязкоупругих свойств

исследуемой среды. Как показали исследования фазовых переходов в системе вазелиновое масло — хлористый винил метод и аппаратура позволяют с большой точностью определять точки стеклования и кристаллизации системы.

Конструкция двухкоординатного самописца имеет самостоятельное значение, так как может быть применена при проведении самых разнообразных физико-химических исследований.

Конструкторами В. Е. Савченко и М. И. Ярцевым создан *кварцевый влагомер газов на транзисторах* (рис. 58).

Принцип действия устройства основан на изменении внутреннего трения полимеров в зависимости от влажности испытуемой среды. Изменения внутреннего трения регистрируются с помощью кварцевого преобразователя, на поверхность которого в месте проявления максимальной деформации нанесен индикаторный слой по-

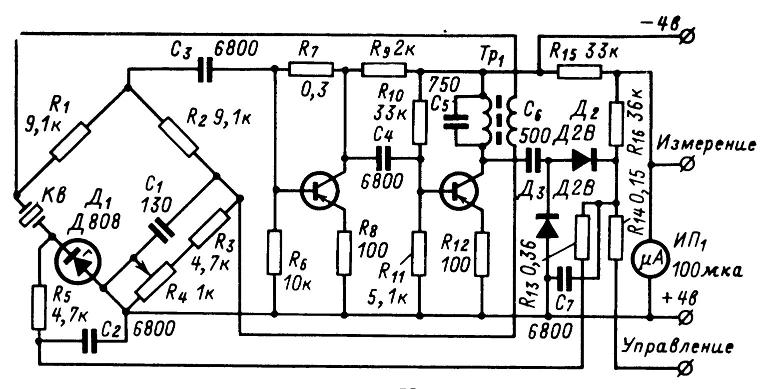


Рис. 58.

лимерного материала. При этом полимерный материал является не только индикатором влажности, но и защитным покрытием, предохраняющим электроды кварцевого резонатора от разрушающего действия агрессивной среды. Так как коэффициент внутреннего трения полимера довольно стабилен во времени, то постоянство характеристик кварцевого датчика влагомера сохраняется длительное время, что проявляется в хорошей воспроизводимости контрольных градуировочных кривых.

Кварцевый резонатор *Кв* с нанесенным на его поверхность полимерным покрытием включен в качестве составного элемента в измерительный мост и работает в режиме последовательного резонанса. Как известно, при точной настройке кварца на частоту последовательного резонанса он ведет себя как активное сопротивление, т. е. его эквивалентное сопротивление определяется только потерями на внутреннее трение, сопротивлением излучению и тепловым рассеянием энергии. Из перечисленных компонентов переменной величиной будет только сопротивление излучению, которое зависит от изменений свойств полимерного покрытия под влиянием колебаний влажности контролируемой среды. Остальные компоненты постоянны, так как определяются типом кварца и способом его крепления. Поэтому зависимость между изменением активного сопротивления

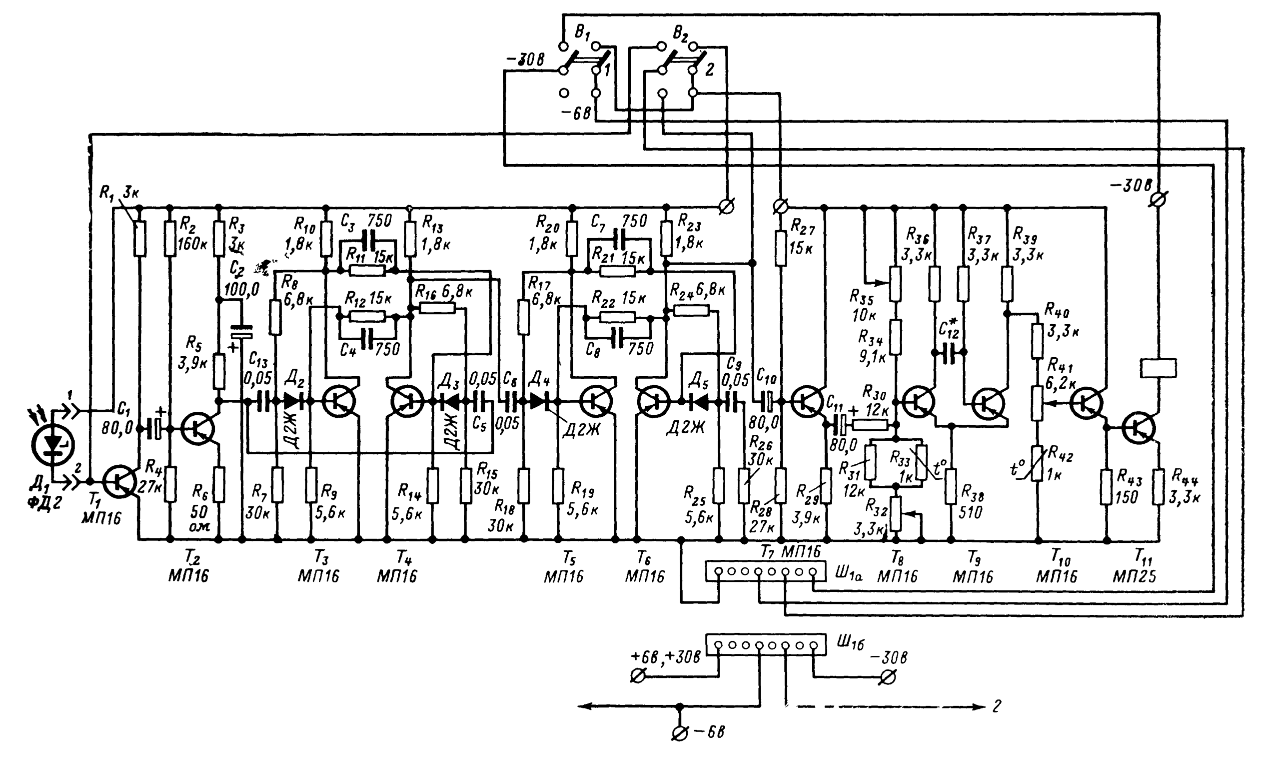

B1
B2
-30в
1
2
-6в
-30в
R1 3к
R2 160к
R3 3к
C2 100,0
R5 3,9к
R4 27к
R6 50 ом
C1 80,0
Д1 ФД2
T1 МП16
R10 1,8к
C3 750
R11 15к
R13 1,8к
R8 6,8к
R12 15к
R16 6,8к
C4 750
C13 0,05
Д2
Д2Ж
Д3
Д2Ж
0,05
C5 0,05
C6
Д4
Д2Ж
R7 30к
R9 5,6к
R14 5,6к
R15 30к
R18 30к
R19 5,6к
R20 1,8к
C7 750
R21 15к
R23 1,8к
R17 6,8к
R22 15к
R24 6,8к
C8 750
Д5
Д2Ж
C9 0,05
C10 80,0
R25 5,6к
R26 30к
R28 27к
R27 15к
R29 3,9к
C11 80,0
R30 12к
R31 12к
R33 1к
t°
R32 3,3к
R35 10к
R34 9,1к
R36 3,3к
R37 3,3к
C12*
R38 510
R39 3,3к
R40 3,3к
R41 6,2к
R42 1к
t°
R43 150
R44 3,3к
T2 МП16
T3 МП16
T4 МП16
T5 МП16
T6 МП16
T7 МП16
T8 МП16
T9 МП16
T10 МП16
T11 МП25
Ш1а
Ш1б
+6в, +30в
-30в
-6в
2

Рис. 59.

кварца на частоте последовательного резонанса и изменением влажности легко устанавливается.

Основным узлом влагомера является измерительный мост переменного тока, составленный из резисторов R_1—R_4 и кварцевого датчика с компенсационной цепочкой $Д_1$, C_2 и R_5. Одна из диагоналей моста соединена с усилителем на транзисторах T_1, T_2 нагруженным стрелочным индикатором, а вторая — со вторичной обмоткой выходного трансформатора $Тр_1$. Когда измерительный мост разбалансирован, возникает напряжение автогенерации на частоте последовательного резонанса кварца. В отсутствие автогенерации мост всегда разбалансирован, так как сопротивление кварца и включенного последовательно с ним диода будет меньше сопротивления в противоположной диагонали моста. При возникновении автогенерации часть высокочастотного напряжения после выпрямления диодами $Д_2$ и $Д_3$ поступит в компенсационную цепь $Д_1$, C_2, R_5. Мост автоматически балансируется, генерация срывается и микроамперметр фиксирует напряжение смещения, поступившее в компенсационную цепь. Это напряжение и будет соответствовать измеряемой влажности.

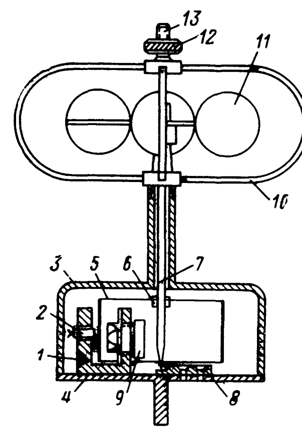


Рис. 60.

Этот прибор рассчитан на изменение влажности в диапазоне от 40 до 80% с точностью ±2—3% при температуре окружающей среды от 20 до 40 °С. При желании границы диапазона измерения могут быть расширены в обе стороны. Питание прибора осуществляется от одной батареи для карманного фонаря.

Конструктивно он выполнен в виде компактного блока, заключенного в металлический кожух. Датчик расположен в выносном щупе. Шкала прибора проградуирована в процентах влажности.

На рис. 59 изображена принципиальная схема *дистанционного анемометра* (конструктор Б. И. Липатов). Установка предназначена для дистанционного определения скорости воздушного потока, что особенно необходимо при производстве градиентных измерений. Прибор состоит из датчика, усилителя с пересчетным устройством и регистрирующего прибора. Он работает следующим образом. Сигнал с датчика в виде последовательности импульсов, количество которых пропорционально скорости воздушного потока, поступает на предварительный усилитель, собранный на транзисторах T_1, T_2. С выхода усилителя сигнал, возросший по амплитуде, поступает на вход делителя частоты на четыре, состоящий из двух последовательно включенных триггеров. При измерении малых скоростей воздушных потоков делитель частоты отключается тумблером B_2 и сигнал с выхода датчика поступает непосредственно на вход основного усилителя (транзисторы T_7—T_{11}). Первый каскад этого усилителя на транзисторе T_7 представляет собой эмиттерный повторитель. С его выхода сигнал поступает на вход формирователя им-

пульсов, выполненного по схеме триггера Шмитта на транзисторах T_8, T_9. Сформированный им импульс прямоугольной формы подается на вход усилителя мощности на транзисторах T_{10}, T_{11}, нагруженного электромеханическим счетчиком.

На рис. 60 изображена функциональная схема датчика. Он состоит из вертушки *11*, насаженной на ось *7* с игольчатым подшипником на конце. На верхней части защитной рамки *10* укреплен шариковый опорный подшипник с зажимным винтом *13* и контргайкой *12*. В корпусе *3* размещены фотодиод *2* и осветительная лампа *9*. Они укреплены на держателе *1*, жестко скрепленном с основанием *4*. На этом же основании находится игольчатый подшипник *8*. На оси вертушки *11* при помощи втулки *6* закреплен обтюратор *5*, выполненный в виде отрезка цилиндра с отверстием. При вращении вертушки обтюратор *5* периодически перекрывает луч света, падающий от осветительной лампы *9* на фотодиод *2*. При этом на входе предварительного усилителя возникает сигнал в виде импульсов напряжения. Число оборотов вертушки линейно зависит от скорости вращения винта.

Вспомогательные приборы и установки для проведения научных исследований

Мы рассмотрели несколько конструкций специальных приборов для проведения научных исследований. Но, как правило, самостоятельное изготовление таких приборов и установок не всегда оправдано, так как разработка новых устройств — сложная и трудоемкая задача. Экспериментатора в конечном итоге интересует не создание нового прибора, а возможности проведения необходимых исследований с любыми существующими измерительными установками. Так как их параметры не всегда соответствуют условиям эксперимента, то приходится вносить в эти установки частичные изменения и дополнения, а иногда создавать для них дополнительные устройства в виде приставок и отдельных блоков.

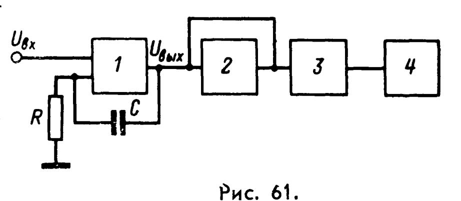


Рис. 61.

На рис. 61 изображена блок-схема *интегратора тока и напряжения*, сконструированного В. Ф. Пикельни и Б. П. Лясниковым. Он предназначен для интегрирования любых физических величин, которые могут быть преобразованы в ток или напряжение, и был создан применительно к решению задач хроматографии и электрохимических исследований. Интегратор позволяет определять концентрацию отдельных компонентов при хроматографическом разделении смесей и измерять полное количество электричества, прошедшего через ячейку, при исследовании электрохимических процессов потенциостатическими методами. Прибор может быть использован при любых энергетических измерениях, в частности, при исследовании тепловых потерь.

Установка состоит из усилителя постоянного тока *1*, блока возврата интегратора в исходное состояние *2*, выходного устройства *3* и пересчетной схемы *4*. Она обладает высоким коэффициентом уси-

ления при разомкнутой цепи обратной связи, реверсом фазы, что достигается применением нечетного числа каскадов, переворачивающих фазу, малой величиной дрейфа усилительного тракта. В схеме применен дифференциальный усилитель постоянного тока с большим коэффициентом усиления, в обратную связь которого включена интегрирующая RC-цепочка. В такой схеме выходное напряжение $U_{вых}$ пропорционально интегралу по времени от входного напряжения.

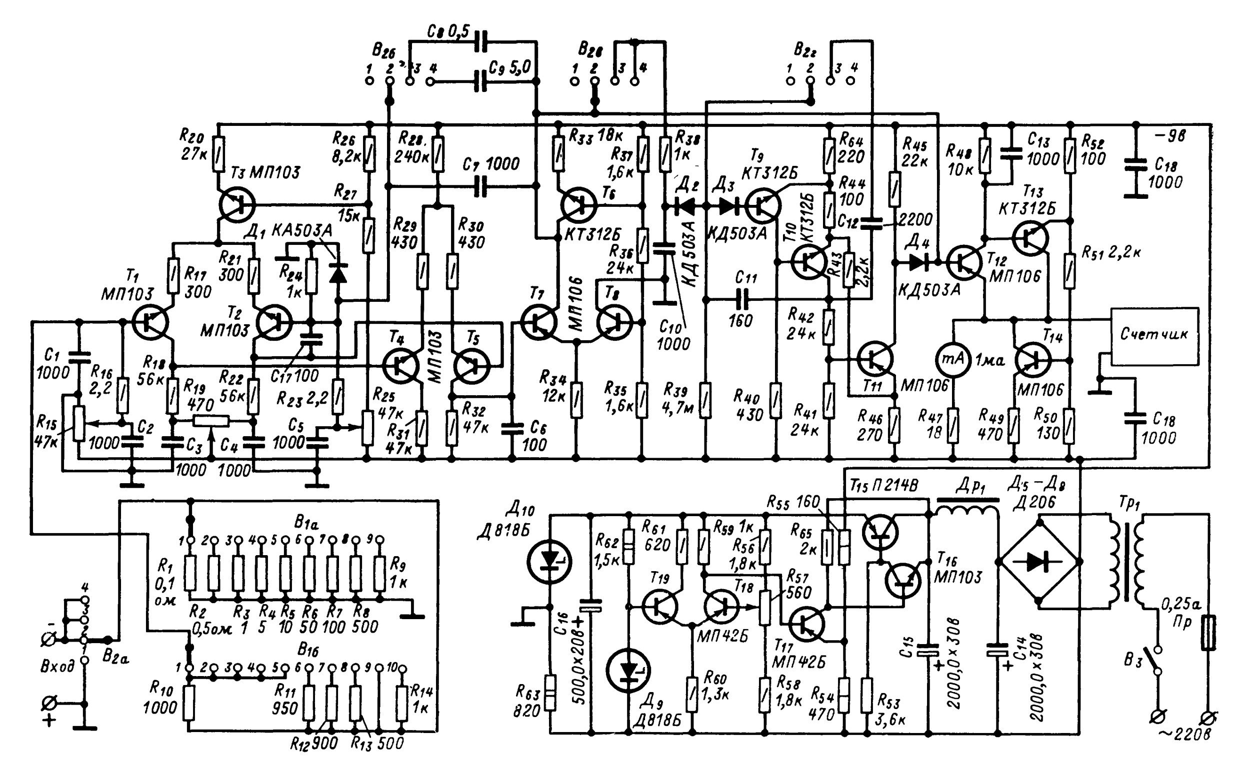
$$U_{вых}=-\frac{1}{RC}\int_0^t U_{вх}dt,$$

где $U_{вх}$ — входное напряжение; t — время интегрирования

Когда напряжение на входе с течением времени не обращается в нуль, выходное напряжение прибора будет непрерывно увеличиваться до тех пор, пока усилитель не достигнет состояния насыщения. Для расширения динамического диапазона усилителя в приборе применено устройство возврата интегратора в исходное состояние. Как только выходное напряжение достигает величины, близкой к величине напряжения насыщения, оно сбрасывается до исходного, и на пересчетное устройство *4* поступает импульс сброса. Это устройство регистрирует число импульсов сброса, а тем самым и полный интеграл входного напряжения. Для уменьшения ошибки продолжительность сброса должна быть минимальной, так как во время сброса интегрирования не происходит

На рис. 62 изображена принципиальная схема *интегратора*. Он полностью выполнен на кремниевых транзисторах. Входной каскад представляет собой дифференциальный усилитель на транзисторах T_1, T_2 с использованием каскада неизменного тока на транзисторе T_3. Для улучшения температурной стабильности транзисторы T_1, T_2 подбирают с одинаковыми параметрами. Кроме того, транзисторы T_1—T_5 плотно скреплены с монтажной платой с помощью эпоксидной смолы. Окончательно усилитель уравновешивается при помощи потенциометров R_{25} грубой и R_{19} точной балансировки.

Второй каскад выполнен на транзисторах T_4, T_5, а выходной — на транзисторе T_7 Нагрузкой последнего служит каскад неизменного тока на транзисторе T_6. Устойчивость работы усилителя после включения емкостной обратной связи обеспечивается подбором режима транзистора T_8. Транзисторы T_9, T_{10} образуют цепь с одним устойчивым состоянием, которая запускает инвертор (T_{11}). В обычном состоянии транзистор T_9 насыщен в результате воздействия тока, протекающего по резистору R_{39} и диоду $Д_3$, а транзисторы T_{10}, T_{11} заперты. К диодам $Д_2$ и $Д_4$ приложено напряжение обратной полярности. Когда выходное напряжение интегрирующего усилителя станет более отрицательным, чем напряжение на базе транзистора T_9, откроется диод $Д_2$, уменьшится ток через диод $Д_3$, транзистор T_9 закроется, а транзистор T_{10} откроется. Через конденсатор C_{11} (или C_{12}) образуется положительная обратная связь, при которой на диоды $Д_2$—$Д_4$ будет подано запирающее напряжение. Это состояние соответствует включенному положению сброса. Транзистор T_{11}, который также находится в насыщении, уменьшает напряжение выхода, разряжая интегрирующий конденсатор C_8 (или C_9) через диоды $Д_4$, $Д_1$ и резистор R_{24}. После этого интегрирующий усилитель перейдет в исходное состояние. Большое обратное сопротивление



В2б
С8 0,5
С9 5,0
В2в
В2г
R20 27к
T3 МП103
R26 8,2к
R28 240к
С7 1000
R33 18к
R37 1,6к
R38 1к
Д2
Д3
T9 КТ312Б
R64 220
R44 100
R45 22к
R48 10к
С13 1000
R52 100
−9в
С18 1000
R27 15к
Д1 КД503А
R29 430
R30 430
T6 КТ312Б
R36 24к
КД503А
КД503А
T10 КТ312Б
С12 2200
T13 КТ312Б
R51 2,2к
R17 300
R21 300
R24 1к
Д4
R43 2,2к
T12 МП106
T1 МП103
T2 МП103
T7 МП106
T8
С11 160
КД503А
Счетчик
С1 1000
R16 2,2
R18 56к
С17 100
T4 МП103
T5
С10 1000
R42 24к
mA 1ма
T14 МП106
R19 470
R22 56к
R23 2,2
R25 47к
R34 12к
R35 1,6к
R39 4,7м
R40 430
R41 24к
T11 МП106
R15 47к
С2 1000
С3 1000
С4 1000
С5 1000
R31 47к
R32 47к
С6 100
R46 270
R47 18
R49 470
R50 130
С18 1000
В1а
T15 П214В
Др1
Д5–Д8 Д206
Тр1
R55 160
Д10 Д818Б
R62 1,5к
R61 620
R59 1к
R56 1,8к
R65 2к
T16 МП103
R1 0,1 ом
R9 1к
R2 0,5ом
R3 1
R4 5
R5 10
R6 50
R7 100
R8 500
T19
T18
R57 560
МП42Б
T17 МП42Б
0,25а Пр
Вход
В2а
В1б
С16 500,0×20в
R60 1,3к
R58 1,8к
R54 470
R53 3,6к
С15 2000,0×30в
С14 2000,0×30в
В3
R10 1000
R11 950
R14 1к
R63 820
Д9 Д818Б
R12 900
R13 500
~220в

Рис. 62.

диода $Д_1$ не шунтирует сопротивление резистора R_{24} во время интегрирования, однако малое прямое сопротивление диода в значительной мере определяет время возврата усилителя в исходное состояние. Длительность импульса возврата определяется временем, необходимым для разряда конденсатора C_{11} (или C_{12}) через резистор R_{39}. Емкости конденсаторов $C_{11}C_{12}$ выбираются такими, чтобы время сброса было достаточно для полного разряда конденсаторов C_8C_9. Выходная цепь представляет собой составной эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторах T_{12}—T_{14}, который обеспечивает низкое выходное сопротивление прибора и имеет коэффициент, близкий к единице.

В качестве пересчетного устройства используется прибор на декатронах. Практически может быть использован пересчетный прибор любого типа.

Питание интегратора осуществляется от сети переменного тока через электронный стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторах T_{15}—T_{19} с применением двухкаскадного усилителя постоянного тока. Коэффициент стабилизации 800 при уровне пульсаций не более 0,1%.

Конструктивно интегратор собран в одном блоке вместе с пересчетным прибором. Интегрирующий усилитель, устройство сброса и входная цепь смонтированы на монтажной плате размером 120×
×220 *мм*, которая заключена в металлический экран с целью предохранения от паразитных наводок. Стабилизированный источник питания смонтирован на отдельной плате. Положения *1—9* переключателя $П_1$ используются при интегрировании тока, положение *10* — при интегрировании напряжения отрицательной полярности. Положение *1* переключателя $П_2$ используется для балансировки дифференциального усилителя. В этом случае вход усилителя закорочен. В положении *2* — схема балансируется вместе с внешним датчиком. Положения *3* и *4* соответствуют равным постояннным времени интегрирования. В качестве интегрирующих конденсаторов следует применять пленочные типа МПГТ, ФТ и др. Ошибка интегрирования данным прибором не превышает ±1%.

На рис. 63 изображена принципиальная схема *приставки к масс-спектрометрам* конструкции автора этой книги. Она предназначена для автоматического выбора диапазона чувствительности масс-спектрометра путем последовательного переключения шунтов и возврата его в исходное состояние через заранее заданный интервал времени после окончания цикла измерения.

Приставка обеспечивает шесть пределов переключения чувствительности: 0,05; 0,25; 1; 5; 25 и 50 *в* на всю шкалу. Она состоит из схемы коммутации и задающего реле времени.

В схему масс-спектрометра вносятся минимальные изменения, которые сводятся к монтажу на пульте управления штепсельного разъема $Ш_1$, резистора R_6, тумблера B_2 и кнопки сброса $Кн_1$. Кроме того, в регистрирующем блоке масс-спектрометра (потенциометр ЭПП-09) размещают концевой выключатель $Кн_2$ и разъем $Ш_2$. На принципиальной схеме пульт масс-спектрометра и регистрирующий блок показаны в виде прямоугольников, обведенных пунктирной линией.

Приставка работает следующим образом. При включении тумблера B_2 переключатель шкал масс-спектрометра B_1 кнопочного типа, коммутирующий резисторы-шунты R_1—R_5, соединяется с приставкой и на трансформатор $Тр_1$ подается напряжение сети. Приставка при

этом готова к работе. Шкала самопишущего потенциометра ЭПП-09 соответствует диапазону максимальной чувствительности. При нажатии кнопки «Пуск» масс-спектрометра (на схеме не показана) движок потенциометра начинает выписывать кривую спектра. В том случае, когда записываемый спектр не укладывается в диапазоне максимальной чувствительности, движок самописца при зашкаливании упирается в концевой выключатель $Кн_2$. При этом конденсатор C_1 разряжается через обмотку шагового искателя *ШИ*, и подвижные контакты его перемещаются в первое рабочее положение В этой позиции контактным полем $КП_1$ включается следующий диапазон

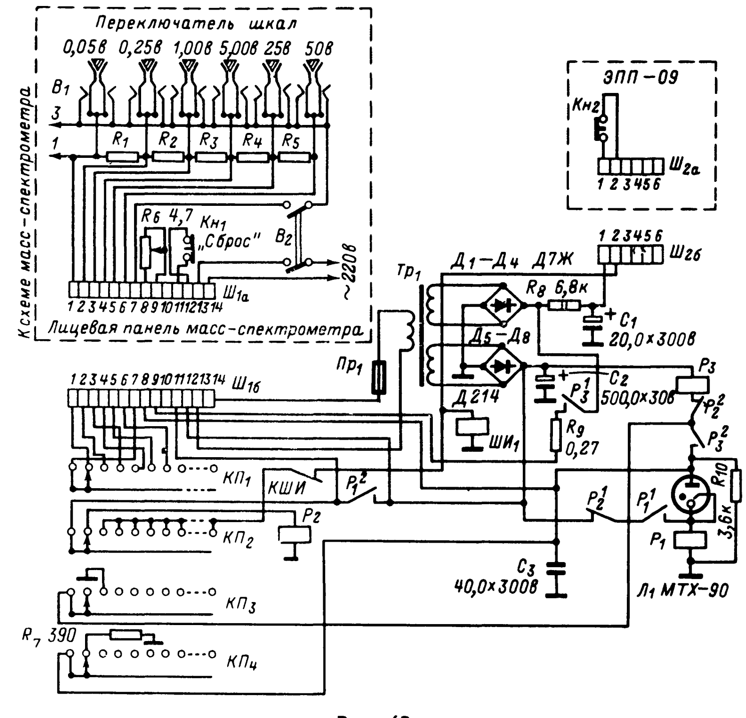


Рис. 63.

чувствительности масс-спектрометра, а контактным полем $КП_3$ реле P_3, которое через контакты P_3^2, P_2^2 и резистор R_{10} самоблокируется. Через контакты P_3^1 и резисторы R_6, R_9 начинает заряжаться конденсатор C_3.

Если амплитуда записываемого сигнала спектра выйдет за пределы второго диапазона чувствительности, то концевой выключатель $Кн_2$ снова замкнется. Подвижные контакты шагового искателя перейдут в следующее положение, и включится более грубый диапазон. Процесс будет повторяться до тех пор, пока не будет найден требуемый диапазон чувствительности. В этой позиции шагового искателя будет выписан полный спектр сигнала масс-спектрометра.

Одновременно с процессом переключения диапазонов чувствительности будет происходить заряд конденсатора C_3. Время заряда определяется величиной резистора R_6. В тот момент, когда напряжение на обкладках конденсатора C_3 станет равным потенциалу зажигания тиратрона $Л_1$, сработает реле P_1 и через контакты P_2^1 и P_1^1 самоблокируется, а контактами P_1^2 включит цепь сброса. Подвижные контакты шагового искателя возвращаются в исходное положение, токовая цепь реле P_2 замыкается через контакты контактного поля $КП_2$, реле срабатывает и своими контактами P_2^1 и P_2^2 разблокировывает реле P_3 и P_1. Конденсатор C_3 через контакты поля $КП_4$ и резистор R_7 полностью разрядится и приставка будет готова к новому циклу измерений. При желании сброс можно осуществить вручную, не дожидаясь, когда сработает реле P_1. Для этого достаточно нажать на кнопку $Кн_1$.

Эта конструкция намного облегчила труд экспериментаторов и повысила скорость проведения опытов, так как отпала необходимость в выборе необходимой чувствительности масс-спектрометра путем ручного переключателя кнопок переключателя B_1. При работе с приставкой весь цикл измерений сводится к выбору диапазона выдержки времени рабочего цикла с помощью резистора R_6 и нажатию на кнопку «Пуск» для снятия спектра. Диапазон выдержек времени, устанавливаемый резистором R_6, регулируется в пределах от 10 *сек* до 3 *мин*, что вполне достаточно для снятия любых кривых. В схеме приставки для повышения надежности ее работы использован шаговый искатель типа ШИ-25, но могут быть применены и другие типы шаговых искателей, например ШИ-11 и ШИ-17. При этом срок безотказной работы будет меньше. Приставки данной конструкции, установленные на двух масс-спектрометрах, безотказно работают в течение 6 лет при непрерывной работе по 6—10 *ч* в день.

На рис. 64 изображена принципиальная схема *делителя частоты с переменным коэффициентом деления*, сконструированного К. К. Тычино. Прибор предназначен для применения в различных устройствах и может быть использован совместно с частотомерами, в счетчиках импульсов, для задания и измерения временных интервалов. Он делит частоту в пределах от 1 до 10 раз. Делитель состоит из четырех триггеров, коммутируя которые в различных сочетаниях добиваются нужной кратности деления частоты. Собственно говоря, коммутируются выходы триггеров, соединенные с устройством совпадений, собранным на диодах $Д_{13}$—$Д_{19}$ и резисторе R_{21}. Возврат схемы в исходное состояние осуществляется импульсом сброса амплитудой 10 *в* и длительностью 100 *мсек*. Триггеры выполнены по стандартной схеме.

Делитель выполнен на печатной плате размерами 125×135 *мм*, одна из сторон которой используется в качестве вилочной части штепсельного разъема. Переключатель выбора коэффициента деления соединяется с делителем при помощи соединительного жгута

Радиолюбители В. Ф. Дудин и Л. Ф. Можаров сконструировали *микровертушку МВР-1*, предназначенную для автоматической регистрации показывающими или самопишущими приборами как в лабораторных, так и в полевых условиях скоростей и расходов любых потоков жидкостей и газов с начальной скоростью движения не ниже 0,015 *м/сек*. Микровертушка изготовлена в виде компактного устройства (рис. 65). В качестве датчика использованы двух- и трехлопастная вертушки с запрессованными в ее торец металлическими пластинками.

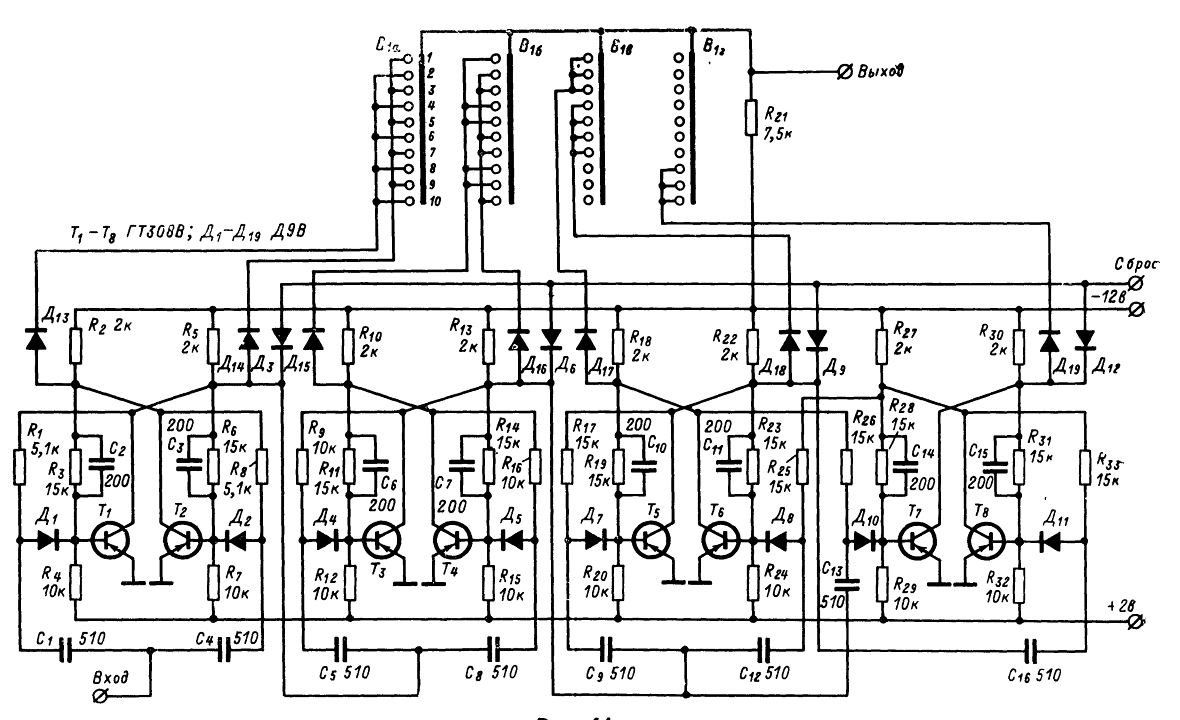


Рис. 64.

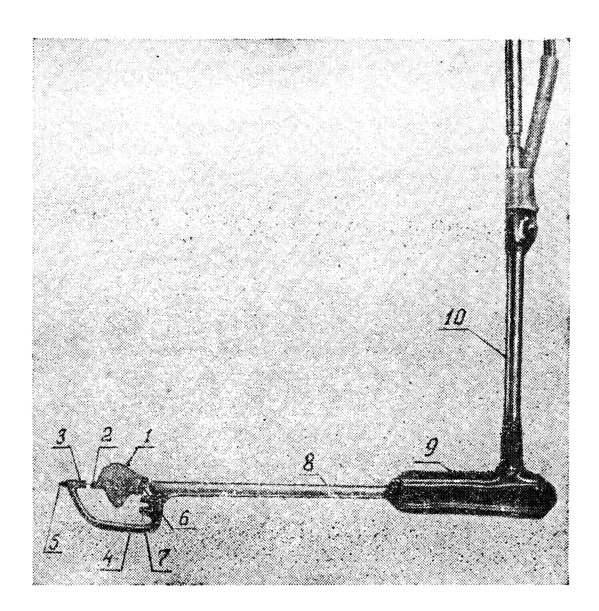


Рис. 65.

Лопасти *1* вертушки диаметром около 10 *мм* (рис. 65) изготовляют из протакрила методом прессования с последующей обработкой. Так как удельный вес воды и протакрила почти одинаков, то опорные подшипники вертушки при измерениях в воде не нагружены. Лопасти насажены на трубку *2* из нержавеющей стали, в торцы которой запрессованы керны из такой же стали. Керны можно легко заменять при срабатывании. Ось вертушки с кернами вращается в агатовых подшипниках *3*, укрепленных в обойме *4*. Передний агатовый подшипник запрессован в винт *5*, который служит для устранения продольного люфта в опорах. В задний торец вертушки запрессованы металлические пластины *6*, которые при вращении входят в зазор сердечника *7* трансформатора генератора. К обойме *4* при помощи переходной трубки *8* крепится корпус генераторного преобразователя *9* обтекаемой формы со штангой *10*, через которую выведены провода питания.

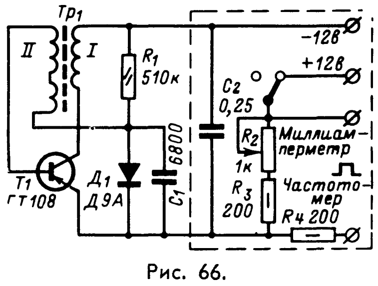


Рис. 66.

В качестве преобразователя вращения вертушки в последовательность импульсов используется транзисторный блокинг-генератор, обмотки трансформатора которого намотаны на разрезном ферри-

товом кольце (рис. 66). В момент прохождения в зазоре кольца металлических пластин, укрепленных на вертушке, происходит срыв генерации и на резисторах R_2, R_3 выделяется импульс напряжения.

Частота колебаний генератора 150 *кгц*. Форма выходных импульсов напряжения близка к прямоугольной. Генератор устойчиво работает в интервале температур от —20 до +60 °С.

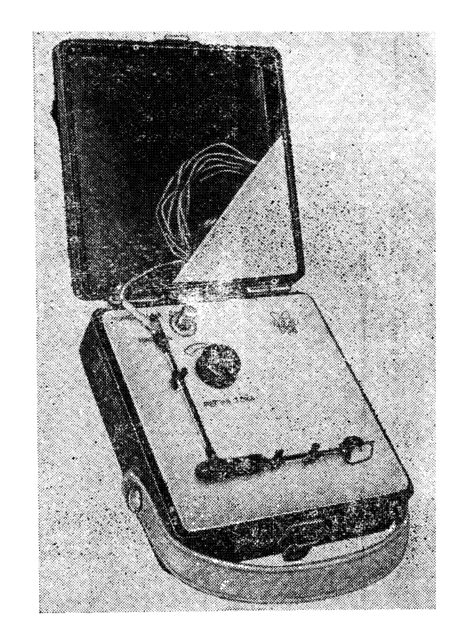


Рис. 67.

На рис. 67 показан внешний вид блока питания с преобразователем, закрепленным на его панели. Преобразователь соединяется с блоком питания кабелем через высокочастотный разъем. В блоке питания (часть принципиальной схемы, обведенная пунктиром) расположены три батареи для карманного фонаря, резисторы и гнезда для присоединения частотомера или миллиамперметра.

Этот прибор удобен для проведения экспресс-оценки скорости потока или расхода жидкостей и газов. Недостаток конструкции — отсутствие регистрирующего блока.

Приборы для повышения эффективности процесса обучения

В организации проведения учебных занятий в системе высшего и среднего специального образования значительную помощь могут оказать радиолюбители. С каждым годом в практику проведения занятий все шире начинает внедряться различная обучающая тех-

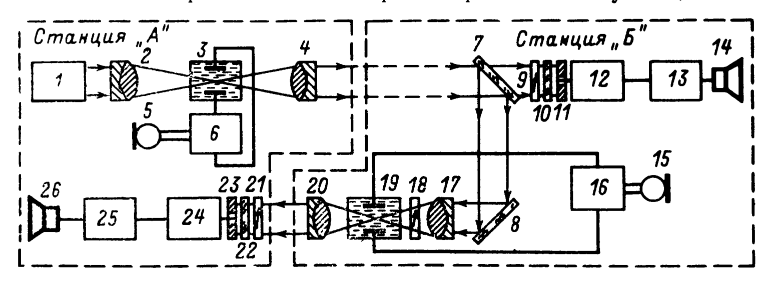
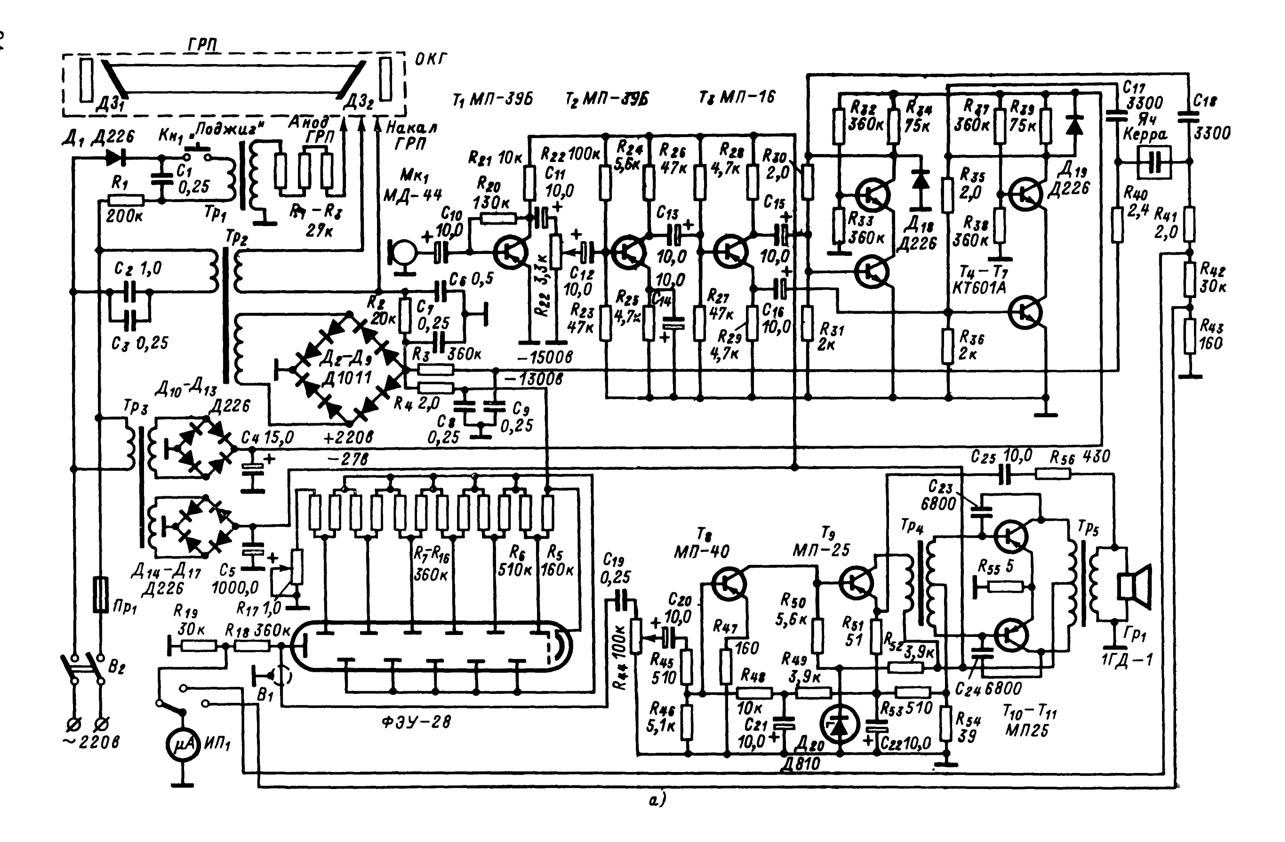
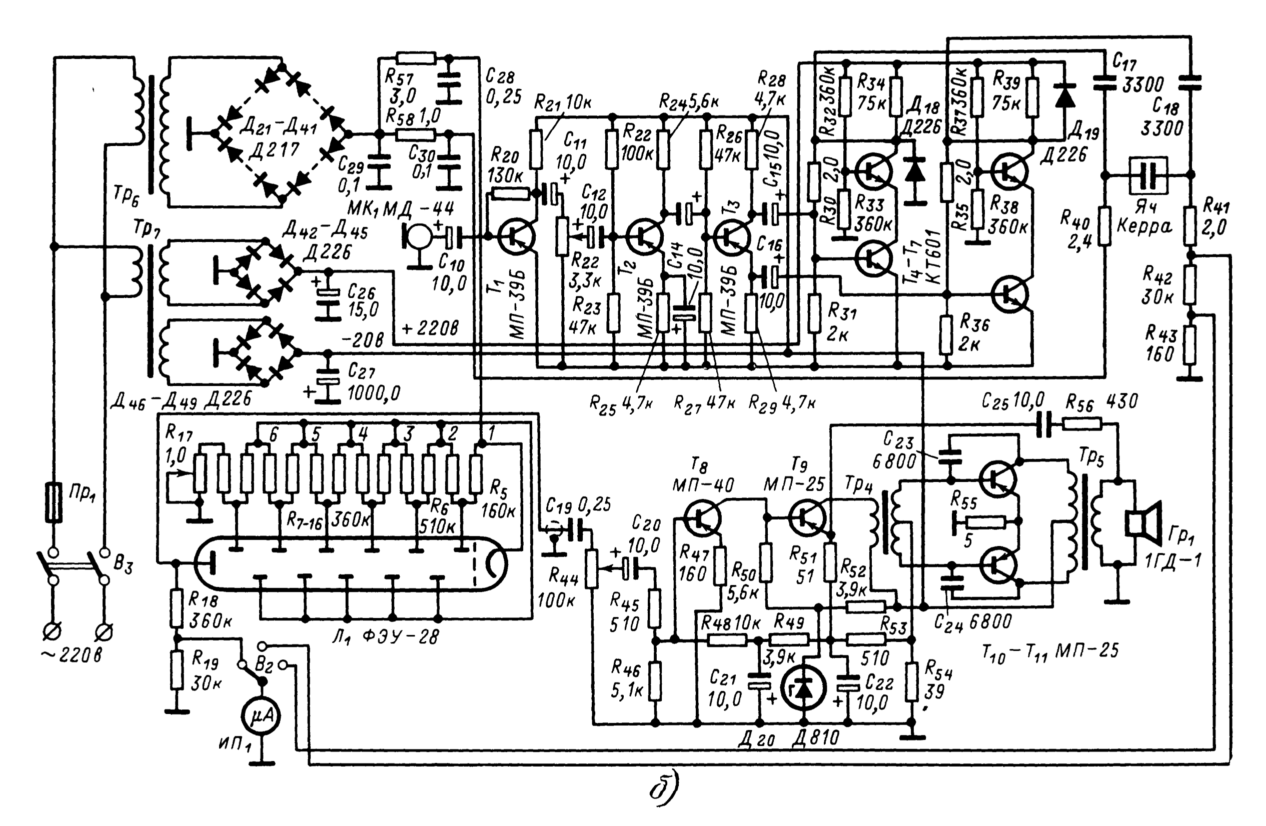


Рис. 68.


ГРП
ОКГ
ДЗ1
ДЗ2
Д1 Д226
Кн1 „Поджиг"
Анод ГРП
Накал ГРП
R1 200к
C1 0,25
Tp1
R4 – R8 27к
Tp2
C2 1,0
C3 0,25
C6 0,5
R2 20к
C7 0,25
R3 360к
Д2 – Д9 Д1011
R4 2,0
C8 0,25
C9 0,25
+220в
–1300в
–1500в
Tp3
Д10 – Д13 Д226
C4 15,0
–27в
Д14 – Д17 Д226
C5 1000,0
R17 1,0
R7 – R16 360к
R6 510к
R5 160к
Пр1
B2
~220в
R19 30к
R18 360к
B1
ИП1
ФЭУ-28
Мк1 МД-44
C10 10,0
R20 130к
R21 10к
R22 100к
C11 10,0
R22 3,3к
T1 МП-39Б
T2 МП-39Б
T3 МП-16
C12 10,0
R23 47к
R24 5,6к
R25 4,7к
R26 47к
C13 10,0
C14 10,0
R27 47к
R28 4,7к
R29 4,7к
C15 10,0
C16 10,0
R30 2,0
R31 2к
R32 360к
R33 360к
R34 75к
Д18 Д226
R35 2,0
R36 2к
R37 360к
R38 360к
R39 75к
Д19 Д226
T4 – T7 КТ601А
C17 3300
C18 3300
Яч Керра
R40 2,4
R41 2,0
R42 30к
R43 160
C19 0,25
R44 100к
C20 10,0
R45 510
R46 5,1к
T8 МП-40
R47 160
R48 10к
C21 10,0
R49 3,9к
Д20 Д810
T9 МП-25
R50 5,6к
R51 51
R52 3,9к
R53 510
C22 10,0
R54 39
Tp4
C23 6800
C24 6800
R55 5
C25 10,0
R56 430
Tp5
T10 – T11 МП25
Гр1 1ГД – 1

а)



Пр1
В3
~220в
Тр6
Тр7
Д21-Д41
Д217
R57
3,0
R58 1,0
C28
0,25
C29
0,1
C30
0,1
МК1 МД-44
C10
10,0
Д42-Д45
Д226
C26
15,0
+220в
-20в
C27
1000,0
Д46-Д49 Д226
R21 10к
R20
130к
C11
10,0
T1
МП-39Б
R22
100к
C12
10,0
R22
3,3к
R23
47к
T2
МП-39Б
R24 5,6к
C14
10,0
R26
47к
T3
МП-39Б
R28
4,7к
C15 10,0
C16
10,0
R25 4,7к
R27 47к
R29 4,7к
R32 360к
R34
75к
Д18
Д226
R30
2,0
R33
360к
R31
2к
Т4-Т7
КТ601
R37 360к
R39
75к
Д19
Д226
R35
2,0
R38
360к
R36
2к
C17
3300
C18
3300
R40
2,4
Яч
Керра
R41
2,0
R42
30к
R43
160
R17
1,0
6
5
4
3
2
1
R7-16 360к
R6
510к
R5
160к
Л1 ФЭУ-28
R18
360к
R19
30к
В2
μA
ИП1
C19 0,25
C20
10,0
R44
100к
R45
510
R46
5,1к
T8
МП-40
T9
МП-25
Тр4
R47
160
R50
5,6к
R51
51
R52
3,9к
R48 10к
R49
3,9к
C21
10,0
C22
10,0
R53
510
R54
39
Д20
Д810
C25 10,0
R56 430
C23
6800
R55
5
C24 6800
Тр5
Гр1
1ГД-1
T10-T11 МП-25
б)

Рис. 69.

ника, такая как экзаменационные машины, автоматические репетиторы и консультанты, демонстрационные установки. Промышленность выпускает такую аппаратуру в очень ограниченном количестве. В то же время ее конструкции достаточно просты и доступны для воспроизведения радиолюбителями.

Демонстрационные установки значительно увеличивают усвоение материала, так как к запоминанию на слух добавляется зрительное восприятие. Рассмотрим в качестве примеров несколько простых устройств, используемых для демонстрации и повышения эффективности процессов обучения.

Коллектив радиолюбителей-конструкторов в составе В. Ю. Истомина, А. П. Каменщика, С. Я. Косяка, В. В. Матвеева создал *двустороннюю оптическую линию связи с использованием одного оптического квантового генератора*. Блок-схема этой линии связи изображена на рис. 68. Установка предназначена для демонстрации возможности проведения дуплексной телефонной связи между двумя станциями *А* и *Б* в оптическом диапазоне частот. Она состоит из двух блоков и работает следующим образом.

Газовый (гелиево-неоновый) оптический квантовый генератор *1* генерирует линейно-поляризованный луч света со следующими параметрами: длина волны 6 328 Å, мощность 100 *мквт*, диаметр луча 1,5 *мм* при расходимости $2{,}9 \cdot 10^{-3}$ радиан.

Этот луч проходит через ахроматическую систему фокусирующих линз *2*, ячейку Керра *3*, ахроматическую дефокусирующую систему линз *4* и выходит из станции *А*. Пройдя по воздуху расстояние 1—5 *м* до станции *Б* луч попадает на полупрозрачное зеркало *7*. Часть световой энергии проходит через зеркало и попадает на анализатор *9*. Другая часть, отразившись от зеркала *7*, попадает на зеркало *8*, а с него через ахроматические системы линз *17, 20*, поляризатор *18* и ячейку Керра *19* — на анализатор *21*.

Передача — прием информации происходит следующим образом. Сигнал с микрофона *5* через усилитель *6* поступает на пластины ячейки Керра *3*, которая используется в качестве фазового модулятора. Модулированный луч света через оптическую систему *4* и полупрозрачное зеркало *7* попадает на оптический анализатор *9*, в котором фазовая модуляция преобразуется в амплитудную. Модулированный по амплитуде луч через светофильтр *10* и диафрагму *11* попадает на фотоумножитель *12*, в котором преобразуется в модулированный по амплитуде сигнал звуковой частоты. Этот сигнал усиливается в усилителе *13* и воспроизводится с помощью громкоговорителя *14*. Обратная передача осуществляется аналогичным порядком, но с той разницей, что для передачи информации от станции *Б* к станции *А* используется тот же луч света. При этом сигнал с микрофона *15* через усилитель *16* поступает на электроды ячейки Керра *19*. Последняя модулирует по фазе луч света, прошедший через систему зеркал *7, 8*, линзу *17* и оптический поляризатор *18*, который предотвращает смешивание информационных сигналов станций *А* и *Б*.

Промодулированный по фазе луч света через линзу *20* попадает на анализатор *21*, а с него через светофильтр *22* и диафрагму *23* на фотоумножитель *24*. Анализатор *21* преобразует фазовую модуляцию в амплитудную. Светофильтр *22* служит для выделения полезного сигнала на фоне шумов, создаваемых посторонними источниками излучения. В качестве анализаторов *9* и *21* используются поляризационные светофильтры типа ПФ-42.

Фотоумножитель *24* преобразует модулированный по амплитуде световой сигнал в аналогичный — электрический. Последний проходит через усилитель *25* и воспроизводится громкоговорителем *26*.

Принципиальная схема станции *А* линии связи изображена на рис. 69,*а*.

Станция состоит из оптического квантового генератора (ГРП), микрофонного и выходного усилителей, устройства включения фотоумножителя и блока питания со схемами поджига *ГРП*. Микрофонный усилитель выполнен на транзисторах T_1—T_7 с бестрансформаторным выходом. Ячейка Керра представляет собой цилиндрический конденсатор с электродами из никелированной бронзы. Цилиндр заполнен химически чистым нитробензолом. Световой луч проходит через специальные стеклянные окна, имеющиеся в цилиндре. Помимо модулирующего напряжения на электроды ячейки Керра подается постоянное напряжение смещения, величина которого составляет около 1,5 *кв*. Выходной усилитель собран на транзисторах T_8—T_{11} по стандартной схеме с двухтактным трансформаторным выходом. Ток, проходящий через ячейку Керра и фотоумножитель, контролируется прибором $ИП_1$.

Схема станции *Б* отличается от схемы станции *А* только отсутствием квантового генератора и электрических цепей, относящихся к схеме его включения. Она изображена на рис. 69,*б*.

Станции линии надежны в работе и удобны в демонстрации.

На рис. 70 изображена упрощенная схема установки для демонстрации дискретного характера изменения энергии атома, сконструированной А. К. Порхуновым. Эта установка позволяет воспроизводить в лабораторных условиях опыты Франка и Герца и работает следующим образом. В стеклянной трубке *Л*, заполненной парами ртути под давлением порядка 1 *мм* ртутного столба, размещены три электрода: подогревный катод *К*, сетка *С* и анод *А*. На электроды трубки подаются ускоряющее U_1 и замедляющее U_2 напряжения, причем $U_2 \approx 0{,}5$ *в* и $U_2 \ll U_1$. Если накалить катод трубки, подключив к подогревателю батарею *Б*, то через трубку пойдет поток электронов и измерительный прибор $ИП_1$ зафиксирует ток в цепи. Величина тока будет расти до тех пор, пока U не будет равно 4,9 *в*. При дальнейшем росте U_1 величина тока, протекающего через трубку, упадет, а затем снова начнет расти, как это показано на рис. 71. Рост тока будет происходить до тех пор, пока U_1 не станет равным 9,8 *в*. Далее спад тока с дальнейшим подъемом будет наблюдаться после достижения U_1 всех значений, кратных 4,9 *в*, до наступления момента насыщения. Причиной спадов являются потери энергии электронов при упругих соударениях с атомами ртути, которые переходят в возбужденное состояние при столкновениях с электронами, энергия которых равна 4,9 *эв*. При этом энергия электрона становится малой и для торможения электрона вполне достаточно напряжение 0,5 *в*. Напряжения, кратные 4,9 *в*, для ртути носят название критических потенциалов. При этих напряжениях атомы ртути приобретают избыточное количество

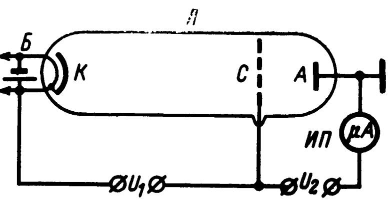


Рис. 70.

энергии, равное 4,9 *эв,* и переходят в возбужденное состояние, в котором находятся некоторое время, а затем, испуская квант световой энергии, возвращаются в исходное состояние. Опыт показывает, что атомы ртути, бомбардируемые электронами с энергией 4,9 *эв,* дают свет, длина волны которого равна 2 537 Å. Расчетное значение этой длины волны равно 2 520 Å. Это совпадение — полное подтверждение положения квантовой теории о дискретном характере энергетических уровней атомов.

На рис. 72 изображена практическая схема описанной выше демонстрационной установки. Автор конструкции применил в ней выпускаемый промышленностью в массовом порядке тиратрон типа ТГ1 0,1/1,3. В качестве ускоряющего напряжения используется переменное напряжение амплитудой 10—12 *в* и частотой 2,5—3 *кгц,* источником которого является звуковой генератор типа ЗГ-10, замедляющим служит напряжение, падающее на резисторе R_1. Для демонстрации используется любой осциллограф, в котором предусмотрена возможность отключения генератора развертки и подачи напряжения непосредственно на горизонтальные отклоняющие пластины.

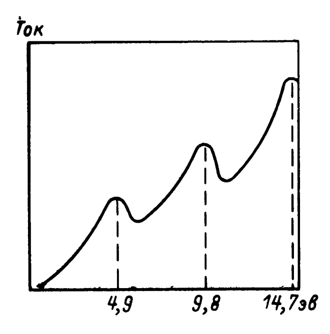


Рис. 71.

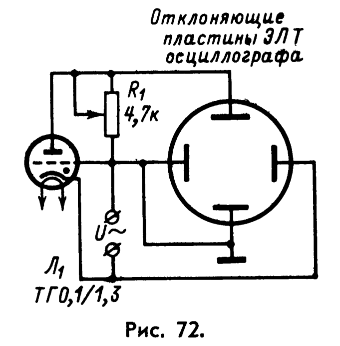


Рис. 72.

На экране электроннолучевой трубки осциллографа при включении ее отклоняющих пластин (рис. 73) получается неподвижная кривая, сходная с изображенной на рис. 71. В качестве источника ускоряющего напряжения можно также использовать пилообразное напряжение генератора развертки применяемого осциллографа.

В этом случае качество изображения кривой будет выше.

Радиолюбителем В. А. Демидовым был сконструирован *прибор для демонстрации инжекции носителей зарядов в полупроводниках;* его функциональная схема представлена на рис. 73.

Прибор состоит из германиевой пластины *1*, точечного электрода (коллектора) *2*, осциллографа *3*, нагрузочного резистора *4*, тумблера — переключателя полярности *6*, миллиамперметра *5* и источника напряжения *7*.

Под инжекцией подразумевают отклонение концентрации основных носителей заряда (электроны) и неосновных (дырки) от их равновесного значения. Инжекция может наблюдаться при воздействии на поверхность материала, обладающего полупроводниковыми свойствами, светового облучения или при пропускании тока через *p-n* переход или точечный контакт.

Опыт заключается в следующем. При освещении поверхности полупроводника импульсным светом, сфокусированным на небольшую поверхность, в пластине возникает избыточное количество пар носителей зарядов (электронов и дырок). Это появление зарядов должно привести к возрастанию тока в цепи, а следовательно, и к появлению импульсов напряжения на резисторе *4*. В момент прекращения действия света образовавшиеся пары рекомбинируются, ток в цепи уменьшается и уровень напряжения падает. Таким образом, на экране осциллографа будет наблюдаться последовательность импульсов, частота которых будет соответствовать частоте вспышек света, а амплитуда зависит от расстояния между освещенным участком поверхности германиевой пластины и местом установки на нем точечного контакта.

Пластина укрепляется на столике, поверхность которого может смещаться относительно луча света в двух взаимно перпендикулярных горизонтальных направлениях с помощью микрометрических винтов. Величину смещения столика контролируют с помощью индикатора часового типа. Измеряя амплитуду напряжения импульсов при различных расстояниях между точечным контактом (коллектором) и световым пятном, можно по известным соотношениям рассчитать диффузионную длину неравновесных носителей.

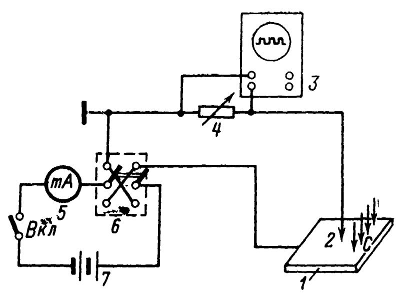


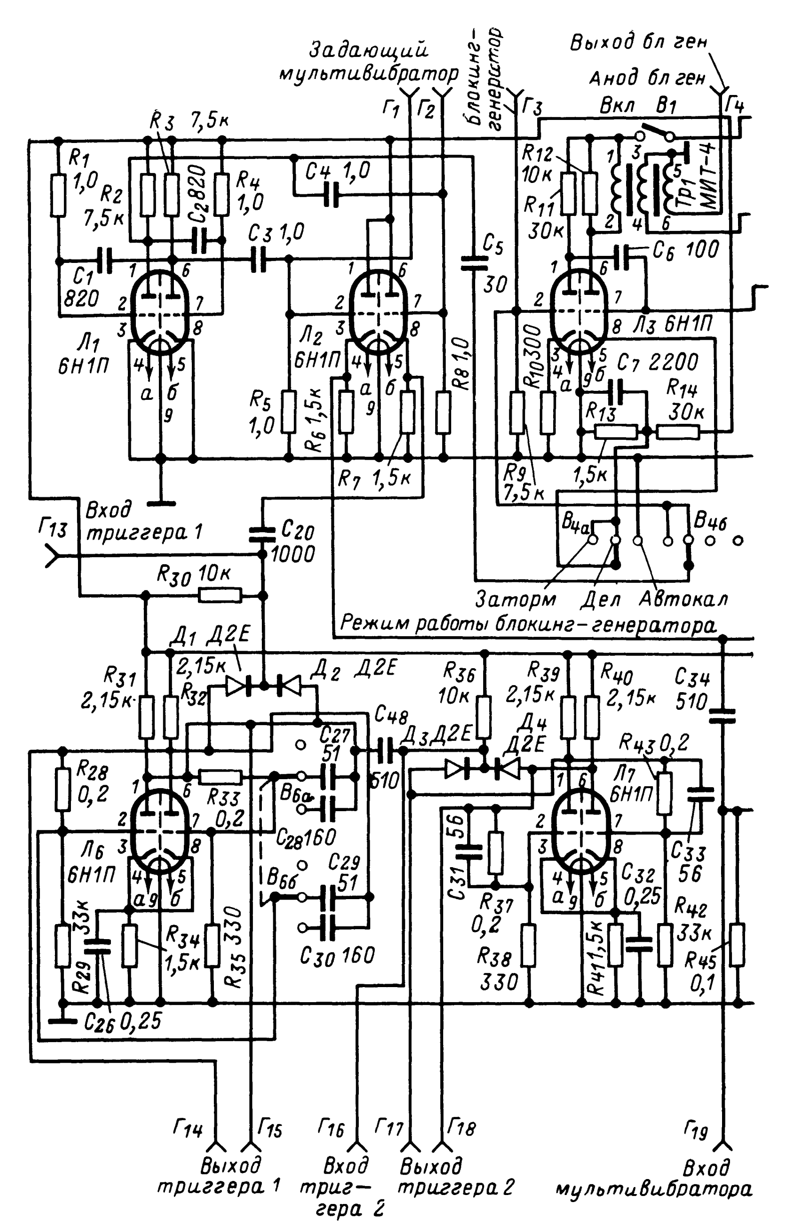
Рис. 73.

Перед началом демонстрации германиевую пластину подвергают обработке. Поверхность ее шлифуют с помощью наждачной бумаги, а затем протравливают в кипящей перекиси водорода. После сушки пластину закрепляют на столике-манипуляторе, включают установку и подают напряжение на коллектор — точечный электрод из вольфрамовой проволоки. Момент касания конца проволоки с образцом отмечается по появлению тока коллектора (10—30 *ма*). При освещении образца узкой полосой света (шириной 0,1 *мм*) величина тока возрастает. При освещении импульсным светом (луч света прерывается либо вращающимся диском с отверстиями, либо колеблющейся в магнитном поле металлической пластиной) на экране осциллографа наблюдают последовательность импульсов.

Прибор прост по конструкции и в то же время довольно наглядно демонстрирует инжектирование носителей зарядов. Он является хорошим примером того, как, проявляя творческую активность, можно создавать удачные демонстрационные пособия.

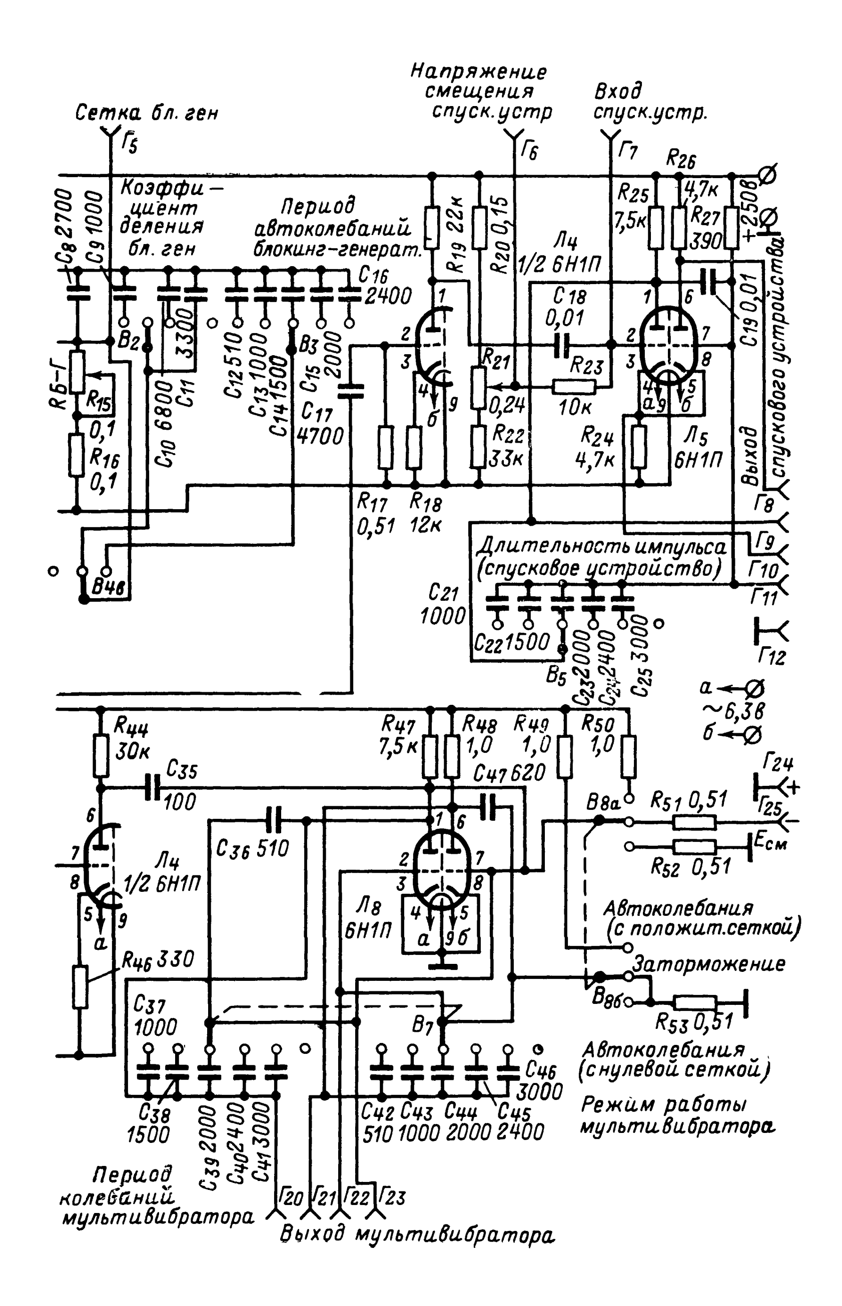
Мы не будем останавливаться на разборе развернутых стендов, иллюстрирующих работу различных радиотехнических устройств (усилителей низкой частоты, супергетеродинных радиоприемников, приемников прямого усиления, телевизоров и др.). Таких устройств для демонстрации очень много, они просты по конструкции и для их изготовления не требуется проявления особой изобретательности.

На рис. 74 изображена принципиальная схема *универсального лабораторно-демонстрационного стенда по импульсным генераторам*



Задающий мультивибратор
блокинг-генератор
Выход бл ген
Анод бл ген
Вкл
Вход триггера 1
Заторм
Дел
Автокал
Режим работы блокинг-генератора
Выход триггера 1
Вход триггера 2
Выход триггера 2
Вход мультивибратора

Рис. 74.



Сетка бл. ген
Напряжение смещения спуск. устр
Вход спуск. устр.
Коэффициент деления бл. ген
Период автоколебаний блокинг-генерат.
Длительность импульса (спусковое устройство)
Выход спускового устройства
Автоколебания (с положит. сеткой)
Заторможение
Автоколебания (с нулевой сеткой)
Режим работы мультивибратора
Период колебаний мультивибратора
Выход мультивибратора
Л4 1/2 6Н1П
Л5 6Н1П
Л8 6Н1П
+250в
~6,3в

(авторы конструкции В. П. Щипков и М. И. Сметанин). Этот стенд предназначен для изучения работы мультивибраторов в автоколебательном и ждущем режимах, триггеров, спусковых устройств, блокинг-генераторов в режимах автоколебаний, синхронизации и деления частоты.

Стенд собран и питается от автономного источника напряжений мощностью не менее 40 *вт* по цепям анода и 40 *вт* по цепям накала. Импульсные устройства, имеющиеся в стенде, дают на выходе сигнал амплитудой порядка 20 *в* и частотой следования 1 000 *гц*.

Задающий генератор стенда собран по схеме мультивибратора в автоколебательном режиме на лампе $Л_1$. Форму выходного напряжения можно контролировать присоединяя входные зажимы осциллографа к гнездам $Г_1$ и $Г_2$. Сигналы с обоих анодов задающего генератора через конденсаторы C_3, C_4 поступают на сетки двух катодных повторителей, выполненных на лампе $Л_2$. С катодных нагрузок R_6, R_7 импульсы напряжения поступают на запуск первого триггера, собранного на лампе $Л_6$. Управление триггером может осуществляться и от автономного источника запускающих импульсов через гнездо $Г_{13}$. Импульсы с анода левой половины лампы $Л_6$ поступают на запуск второго триггера (лампа $Л_7$). Таким образом, с помощью обоих триггеров можно продемонстрировать процесс дискретного деления частоты в два и четыре раза. Форма выходных напряжений триггера может быть проконтролирована осциллографом через гнезда $Г_{14}$, $Г_{15}$ и $Г_{17}$, $Г_{18}$. Запуск второго триггера может быть также осуществлен от автономного источника через гнездо $Г_{16}$.

От катодного повторителя (лампа $Л_2$) через согласующий усилитель, выполненный на лампе $Л_4$, запускаются спусковое устройство на лампе $Л_5$ и мультивибратор на лампе $Л_8$. Спусковое устройство выполнено по схеме с катодной связью. Длительность его импульсов регулируется грубо переключателем B_5 и плавно — резистором R_{21}. Форму и амплитуду выходных импульсов спускового устройства можно контролировать, присоединяя измерительный прибор к гнездам $Г_8$—$Г_{12}$, а входных — к гнездам $Г_6$, $Г_7$.

Мультивибратор (лампа $Л_8$) может работать в трех режимах: автоколебательном — по схеме с нулевой или положительной сеткой и в ждущем (в этом случае на сетку правого по схеме триода лампы $Л_8$ надо подать отрицательное напряжение смещения через гнезда $Г_{24}$, $Г_{25}$). Предусмотрена возможность изменения периода колебаний и режимов работы соответственно при помощи переключателей B_7 и B_8.

Для контроля формы и амплитуды выходных напряжений мультивибратора в стенде имеются гнезда $Г_{20}$—$Г_{23}$, а входных напряжений — гнездо $Г_{19}$.

Непосредственно от задающего генератора (лампа $Л_1$) запускается блокинг-генератор (лампа $Л_3$). Блокинг-генератор также может работать в трех режимах — автоколебательном, ждущем и режиме деления частоты. Выбор режима осуществляется переключателем B_4. Коэффициент деления частоты и период автоколебаний устанавливают соответственно переключателями B_2 и B_3. Контроль входного напряжения блокинг-генератора осуществляется через гнездо $Г_3$, а выходных напряжений через гнезда $Г_4$ и $Г_5$. Конструктивно устройство выполнено в одном блоке, на переднюю панель которого выведены ручки переключателей режимов и рода работ и гнезда для контроля напряжений.

В последнее время в практику обучения все шире начинают внедряться различные автоматизированные системы контроля и подготовки. Считают, что внедрение таких систем может значительно повысить деловую активность учащихся, развить у них способность быстро ориентироваться в учебном материале, способствовать более рациональному и полному использованию времени преподавателя. Так как промышленностью только начат выпуск автоматизированных систем для обучения, радиолюбители — работники лабораторий и кафедр учебных заведений в содружестве со студентами — сами создают такие устройства. В настоящее время разработано значительное количество разных по замыслу и техническому исполнению тренажеров, экзаменаторов, автоматизированных классов и другой аналогичной техники. Достаточно отметить, что на радиолюбительских всесоюзных выставках последних лет демонстрировалось ежегодно не менее 10—15 экспонатов подобного назначения. начиная с простейших устройств с оценкой типа «Верно — неверно» и кончая сложными агрегатами, позволяющими давать оценку дифференцированно с учетом того, насколько близок был учащийся к правильному ответу, как отвечал на наводящие вопросы. Но, судя по отзывам специалистов и заинтересованных посетителей, наибольший интерес представляют не сложные машины, а наиболее простые по конструкции, позволяющие в короткий промежуток времени оценить степень подготовки большого количества учащихся. Кроме того, простые машины более доступны для повторения, более просты и надежны в эксплуатации. Поэтому мы не будем рассматривать конструкции сложных машин и автоматизированных классов, а рассмотрим в качестве примера *малогабаритную контролирующую машину МКМ-1* (рис. 75), сконструированную О. В. Сафоновым для учета знаний учащихся по различным дисциплинам. Машина рассчитана на пять вопросов (заданий) и состоит из пересчетной схемы на лампах $Л_1$—$Л_6$, устройства запоминания правильных ответов на лампах $Л_7$—$Л_{11}$ и коммутатора для набора варианта задания на переключателях B_1—B_5. Она работает следующим образом. Из гнезд $Г_1$ вынимают перемычку, замыкающую их накоротко, и на ее место вставляют вилку с проводом от кнопки $Кн_7$, находящейся на столе преподавателя. Учащийся, нажимая на кнопку $Кн_6$, зажигает лампу $Л_1$, сигнализирующую о готовности отвечать на вопрос № 1. При нажатии на любую кнопку ответов $Кн_1$—$Кн_5$ тиратрон $Л_1$ гаснет и зажигается сигнальная лампа $Л_2$ вопроса № 2. Если будет нажата кнопка правильного ответа (например, кнопка $Кн_3$ для вопроса № 1), то одновременно с $Л_2$ зажжется лампа $Л_7$, так как через кнопку $Кн_3$, диод $Д_5$ и резистор R_{26} на сетку лампы $Л_2$ будет подано напряжение, которое, складываясь с напряжением на катоде горящего тиратрона $Л_1$, окажется достаточным для зажигания лампы $Л_7$. При нажатии кнопки неправильного ответа (например, кнопки $Кн_4$) загорится только сигнальная лампа $Л_2$ вопроса № 2. Аналогично машина ведет себя, когда учащийся отвечает на вопросы № 2, 3, 4, 5, причем в случае правильных ответов загораются соответственно лампы $Л_8$, $Л_9$ и т. д. После ответа на вопрос № 5 зажигается тиратрон $Л_6$ «Конец работы». Оценка определяется по числу горящих ламп правильных ответов с применением пятибалльной системы.

Зафиксировав число правильных ответов, преподаватель нажатием на кнопку $Кн_7$ возвращает схему в исходное положение. При нажатии учащимся сразу на несколько кнопок (например, на кноп-

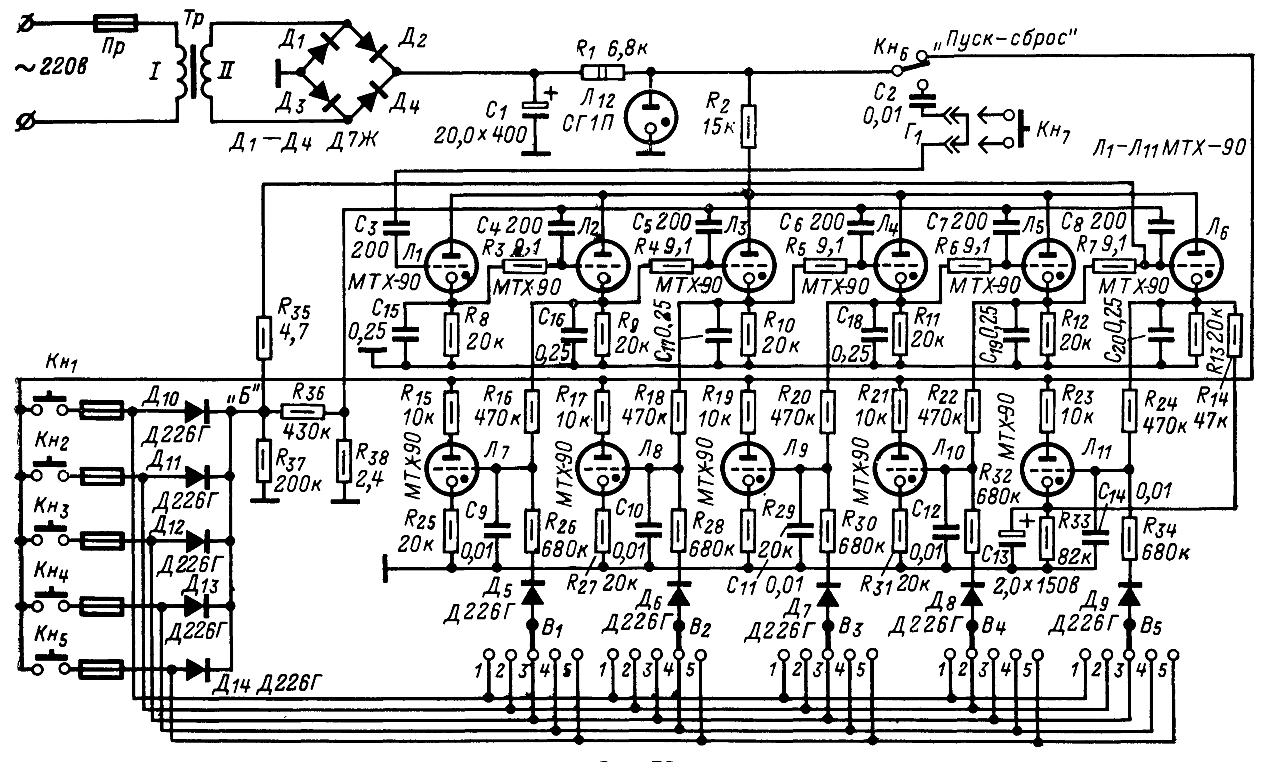

~220в
Пр
Тр
I
II
Д1
Д2
Д3
Д4
Д1—Д4 Д7Ж
C1
20,0×400
R1 6,8к
Л12
СГ1П
R2
15к
Кн6 „Пуск-сброс"
C2
0,01
Г1
Кн7
Л1—Л11 МТХ-90
C3
200
C4 200
C5 200
C6 200
C7 200
C8 200
Л1
Л2
Л3
Л4
Л5
Л6
R3 9,1
R4 9,1
R5 9,1
R6 9,1
R7 9,1
МТХ-90
C15
0,25
C16
0,25
C17 0,25
C18
0,25
C19 0,25
C20 0,25
R8
20к
R9
20к
R10
20к
R11
20к
R12
20к
R13 20к
R14
47к
R35
4,7
Кн1
Кн2
Кн3
Кн4
Кн5
Д10
Д11
Д12
Д13
Д14 Д226Г
Д226Г
„Б"
R36
430к
R37
200к
R38
2,4
R15
10к
R16
470к
R17
10к
R18
470к
R19
10к
R20
470к
R21
10к
R22
470к
R23
10к
R24
470к
Л7
Л8
Л9
Л10
Л11
R25
20к
C9
0,01
R26
680к
R27 20к
C10
0,01
R28
680к
C11 0,01
R29
20к
R30
680к
R31 20к
C12
0,01
R32
680к
C13
2,0×150в
R33
82к
C14 0,01
R34
680к
Д5
Д6
Д7
Д8
Д9
В1
В2
В3
В4
В5
1 2 3 4 5

Рис. 75.

ки $Кн_1$, $Кн_2$) резисторы R_{39}, R_{40}, R_{37} образуют делитель напряжения. При этом получается напряжение, достаточное для поджига лампы $Л_6$ «Конец работы», минуя лампы $Л_1$—$Л_5$. Этим исключается возможность подбора ответа. Диоды $Д_{10}$—$Д_{14}$ предназначены для развязки цепей по обратному питанию. Цепи R_{26}, C_9, R_{28}, C_{10}, R_{30}, C_{11}, R_{32}, C_{12}, R_{34}, C_{14} создают сдвиг во времени зажигания и гашения ламп индикации вопросов и правильных ответов, что необходимо для четкой работы схемы.

При работе машины в режиме «Самоконтроль» в гнезда $Г_1$ вставляют перемычку и учащиеся нажатием на кнопку $Кн_6$ могут возвращать машину в исходное положение, подбирая правильный ответ на вопрос.

Прибор выполнен в виде компактного блока. На лицевой панели расположены лампы сигнализации номеров вопросов и указания правильных ответов, кнопка «Пуск — сброс» и лампа «Конец работы». На задней стенке находятся ручки переключателей программ. Эти ручки прикрыты крышкой с защелкой.

Прибор прост в наладке и работе. Он легко может быть повторен и намного облегчает работу преподавателя с учащимися.

ПРИЛОЖЕНИЕ

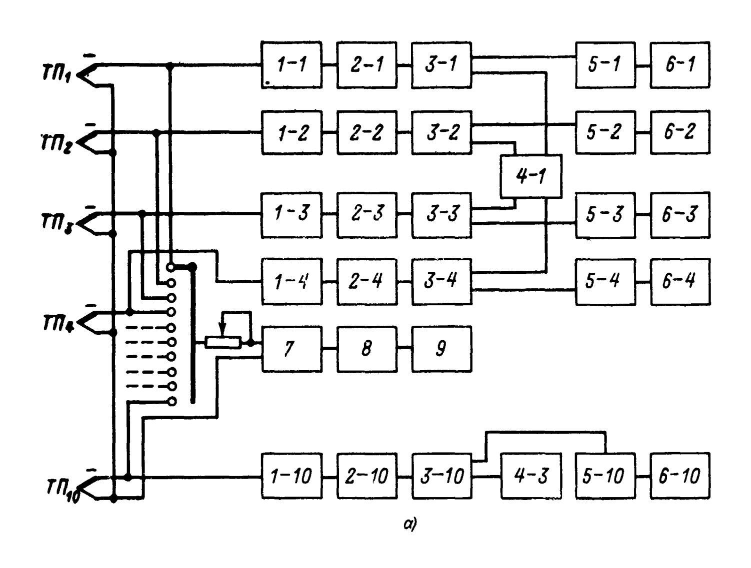
ПРИБОРЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ, СОЗДАННЫЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЯМИ

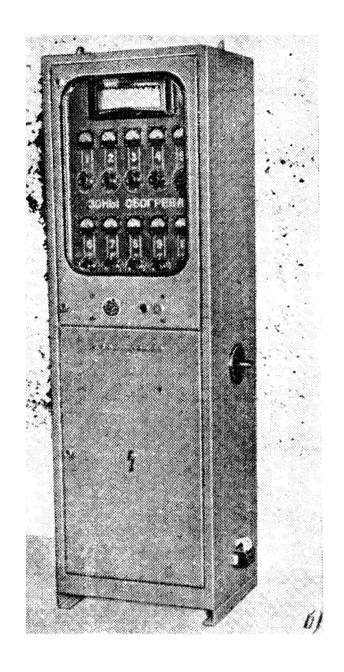
Круг задач, решаемых радиолюбителями, довольно широк и не ограничивается рассмотренными выше примерами. Более подготовленные радиолюбители создают более сложные по замыслу и техническому воплощению конструкции. Эти конструкции имеют специализированное применение и доступны для повторения радиолюбителям высокой квалификации. Поэтому, чтобы не загромождать текст, было решено рассмотрение сложных принципиальных схем приборов вынести в приложение.

На рис. 76,*а* изображена блок-схема *многозонного тиристорного пропорционального регулятора температуры*. Авторы экспоната радиолюбители М. Г. Ход, М. П. Рашкович, А. А. Волков и Б. И. Шкловский. Прибор предназначен для точного поддержания требуемого температурного режима в десяти зонах обогрева изделий из пластических масс и имеет следующие параметры:

Диапазон рабочих температур	150 — 400 °С
Точность поддержания температуры	± 1 °С
Диапазон регулирования мощности обогрева	0,25 —5 *квт*
Масса установки	140 *кг*

Внешний вид установки изображен на рис. 76,*б*, а вид со стороны монтажа — на рис. 76,*в*. Установка состоит (рис. 76,*а*) из десяти идентичных каналов регулирования, в каждый из которых входят блоки *1, 2, 3, 5, 6* (цифры на рисунке через дефис обозначают порядковый номер канала), и электронного потенциометра *7* типа МПШПР-54М для контроля температуры в регулируемых зонах. Работают все каналы одинаково. В качестве примера рассмот-


ТП1
ТП2
ТП3
ТП4
ТП10
1-1
2-1
3-1
5-1
6-1
1-2
2-2
3-2
5-2
6-2
4-1
1-3
2-3
3-3
5-3
6-3
1-4
2-4
3-4
5-4
6-4
7
8
9
1-10
2-10
3-10
4-3
5-10
6-10
а)


ЗОНЫ ОБОГРЕВА
б)

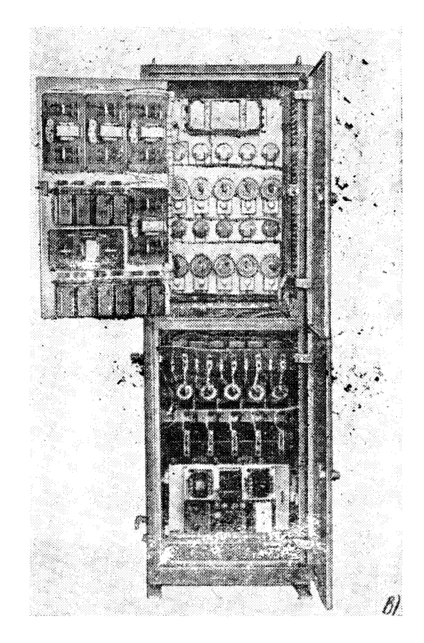

в)

Рис. 76.

рим взаимодействие узлов первого канала. Сигнал с термопары $ТП_1$ сравнивается в блоке задания и компенсации *1-1* с установочным напряжением, определяемым требуемой температурой. При амплитуде установочного напряжения большей или меньшей амплитуды сигнала с термопары на выходе фотоусилителя *2-1* появится сигнал разбаланса. Этот сигнал усиливается до величины, достаточной для управления магнитным усилителем *3-1*. В зависимости от амплитуды сигнала разбаланса изменяется момент насыщения магнитного усилителя и возникает фазовый сдвиг между напряжением, питающим тиристорный блок *5-1*, и импульсом тока, проходящим через управляющий электрод тиристора и нагрузочные обмотки магнитного усилителя. Требуемая крутизна переднего фронта управляющего импульса тока обеспечивается применением транзисторного ключа *4-1* для питания нагрузочной обмотки магнитного усилителя.

Один транзисторный двухтактный ключ обеспечивает питание четырех усилителей. Фазовый сдвиг управляющего импульса определяет мощность, выделяющуюся на нагрузке *6-1* (электрическая нагревательная спираль).

В схеме предусмотрены стабилизированные выпрямители *8* и *9*, которые обеспечивают все необходимые напряжения для питания транзисторных ключей, фотоусилителей, осветительных ламп фотоусилителей и цепей компенсации напряжений. Осветительные лампы всех фотоусилителей соединены последовательно.

Упрощенная принципиальная схема одного *канала терморегулятора* изображена на рис. 77. Блок задания и компенсации состоит из двух выпрямителей, выполненных по мостовым схемам на диодах $Д_1$—$Д_8$ и трансформаторе $Тр_1$. Для стабилизации выходного напряжения в схеме применены кремниевые стабилитроны $Д_{15}$, $Д_{16}$. Установочное напряжение и напряжение компенсации выставляются потенциометрами R_{14}, R_{15}. Потенциометр R_{15} выполнен в виде переключателя, к контактам которого подпаяны отводы от соединенных последовательно резисторов типа МЛТ-0,5. Для усиления сигнала разбаланса и формирования импульса необходимой формы в схеме применены фотоусилитель типа Ф117/7 и самонасыщающийся магнитный усилитель типа ТУМ-А-1-16.

Фотоусилитель представляет собой сочетание высокочувствительного гальванометра с укрепленным на подвижной рамке вместо стрелки зеркальным отражателем и дифференциального фоторезистора, включенного в мостовую или компенсационную схему измерения. Усилитель работает следующим образом. При отсутствии сигнала свет от осветительной лампы отражается от зеркального отражателя и равномерно освещает обе чувствительные поверхности дифференциального фоторезистора. При этом измерительная схема (компенсационная или мостовая), в которую включен фоторезистор, оказывается сбалансированной. При появлении сигнала (тока в рамке гальванометра) положение зеркального отражателя изменится и тем самым изменится соотношение освещенностей чувствительных поверхностей дифференциального фоторезистора, что в свою очередь приведет к разбалансу измерительной схемы. На выходе последней появится ток, пропорциональный сигналу и в тысячи раз превышающий по величине исходный сигнал. Коэффициент усиления фотоусилителя Ф117/7 равен 24 000.

Питание нагрузочных обмоток магнитного усилителя осуществляется через транзисторный ключ (транзисторы T_3, T_4, трансфор-

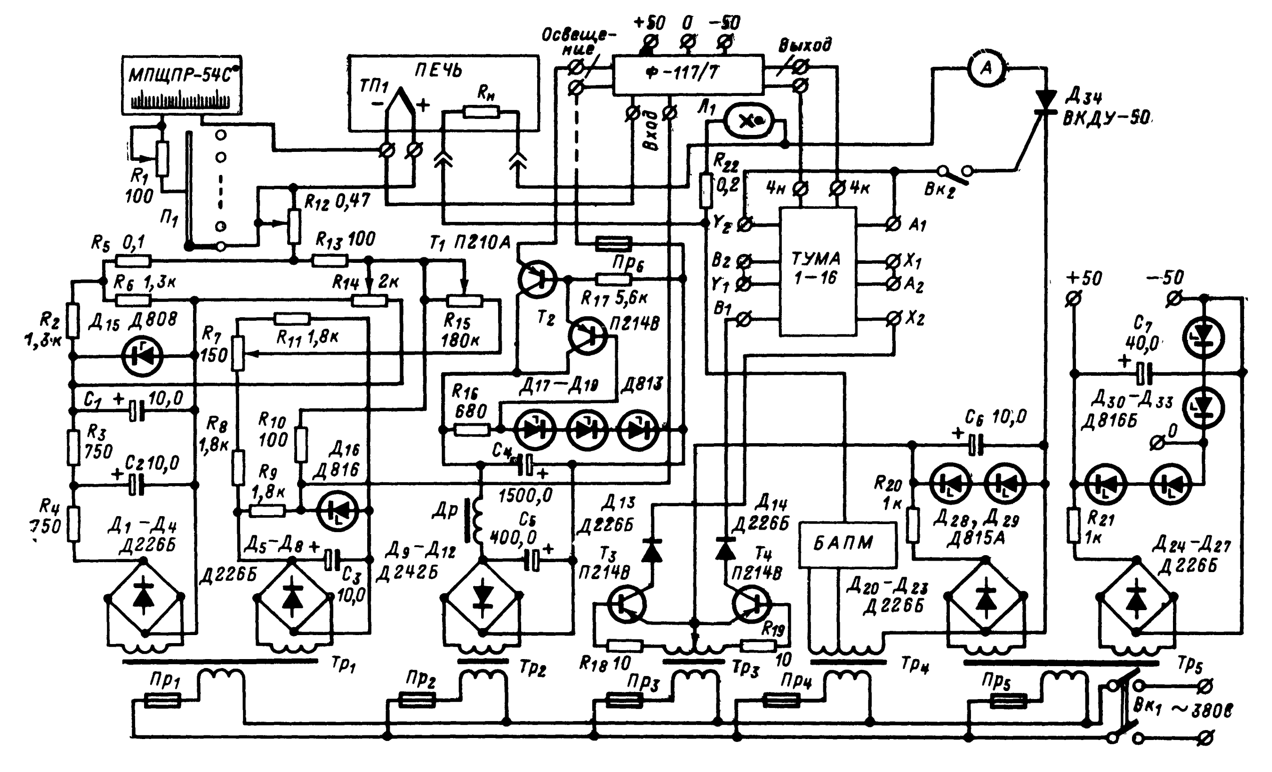

МПЩПР-54С
ПЕЧЬ
ТП1
Rн
R1
100
П1
R12 0,47
R5 0,1
R13 100
T1 П210А
R6 1,3к
R14 2к
R2
1,3к
Д15 Д808
R7
150
R11 1,8к
R15
180к
C1 + 10,0
R3
750
C2 10,0
R4
750
Д1-Д4
Д226Б
R8
1,8к
R10
100
R9
1,8к
Д16
Д816
Д5-Д8
C3
10,0
Д226Б
Д9-Д12
Д242Б
Освеще-
ние
+50 0 -50
Ф-117/Т
Выход
Вход
Пр6
R17 5,6к
T2
П214В
Д17-Д19
Д813
R16
680
C4
1500,0
Др
C5
400,0
Л1
A
Д34
ВКДУ-50
Вк2
R22
0,2
4н
4к
Y2
B2
Y1
B1
ТУМА
1-16
A1
X1
A2
X2
Д13
Д226Б
Д14
Д226Б
T3
П214В
T4
П214В
R18 10
R19
10
БАПМ
Д20-Д23
Д226Б
C6 10,0
R20
1к
Д28, Д29
Д815А
+50
-50
C7
40,0
Д30-Д33
Д816Б
0
R21
1к
Д24-Д27
Д226Б
Тр1
Тр2
Тр3
Тр4
Тр5
Пр1
Пр2
Пр3
Пр4
Пр5
Вк1 ~380в

Рис. 77.

матор $Тр_3$). Постоянное напряжение 11 *в* подается на транзисторы от стабилизированного источника питания (трансформатор $Тр_5$, диоды $Д_{20}$—$Д_{23}$ и $Д_{28}$, $Д_{29}$). Питание дифференциального фоторезистора фотоусилителей Ф117/7 (всех каналов) осуществляется от стабилизированного источника питания (трансформатор $Тр_5$, диоды $Д_{24}$—$Д_{27}$, $Д_{30}$—$Д_{33}$). Питание осветительных ламп фотоусилителей также стабилизировано (диоды $Д_9$—$Д_{12}$, $Д_{17}$—$Д_{19}$ и транзисторы $Т_1$, $Т_2$).

Напряжение для питания тиристора подается через блок автоматического переключения мощности БАПМ (автоматический переключатель витков трансформатора $Тр_4$).

Этот блок снижает напряжение источника питания при сигнале разбаланса, близком к нулю.

Терморегулятор смонтирован в вертикальной стойке (см. рис. 76,*б*). На лицевой панели размещены амперметры для контроля тока через нагрузку, потенциометр МПШПР-54С° и ручки потенциометров блока задания температуры. Лицевая панель прикрыта защитной крышкой, предохраняющей прибор от пыли и влаги. Подключение потенциометра к контролируемой зоне осуществляется переключателем $П_1$, ручка которого также укреплена на лицевой панели. Как видно из рис. 76,*в*, монтаж прибора хорошо продуман, легко доступен для профилактического ремонта и осмотра, выполнен на высоком техническом уровне. Авторы проявили большое мастерство и изобретательность. Экспонат отмечен Дипломом первой степени и призом выставки. Терморегулятор может найти широкое применение в различных отраслях народного хозяйства (химия, строительство, сельское хозяйство). Для тех, кто захочет повторить конструкцию, можно дать следующие рекомендации. Для упрощения конструкции и снижения ее стоимости, для повышения надежности работы термопары следовало бы заменить на терморезисторы, которые нужно включить в схему моста на переменном токе. При этом сигнал разбаланса можно будет усиливать транзисторным усилителем на переменном токе, а из схемы прибора можно будет изъять фотоусилители и источники стабилизированного напряжения для его питания. Это приведет к повышению надежности работы системы, к повышению ее вибростойкости и упростит эксплуатацию.

В практике радиолюбительского конструирования терморегуляторов широкое применение находят электромагнитные реле постоянного тока. Необходимо заметить, что применение тиристоров перспективно, так как они более надежны и долговечны, но конструкции с использованием реле постоянного тока более доступны и применение их в ряде случаев вполне оправданно.

На рис. 78 изображена упрощенная принципиальная схема *прибора для автоматического регулирования температуры одиннадцати термообъектов (ПАРТ-11)*. Автор экспоната Н. П. Клыпин. Прибор обеспечивает автоматическое поддержание на требуемом уровне температуры одиннадцати объектов, разнесенных на значительное расстояние, и нормально работает при изменении окружающей температуры в пределах от 10 до 35 °С. Относительная влажность воздуха может доходить до 85%. Основное назначение прибора — поддерживать требуемую температуру в ванночках с припоем для обеспечения качественной пайки и лужения выводов радиокомпонентов. Он позволяет регулировать температуру на объектах в пределах от 200 до 360 °С. Точность поддержания темпера-

туры лудильных ванн 5 °С, электропаяльников 15 °С. Задаваемая температура плавно регулируется для каждого объекта.

Установка состоит из терморегулятора, усилителя сигнала разбаланса, схемы автоматической коммутации объектов и блока питания. Терморегулятор выполнен по компенсационной схеме на резисторах R_2—R_{12}; R_{13}, R_{14} и термопаре $ТП_1$. В качестве нуль-индикатора применен микроамперметр $ИП_1$. Для усиления сигнала разбаланса использован самодельный фотоусилитель. Он выполнен на транзисторах $Т_1$, $Т_2$, фотодиоде $Д_{10}$ и стрелочном индикаторе $ИП_1$. Схема автоматической коммутации объектов собрана на шаговом искателе *ШИ*, контакты которого переключаются импульсами, поступающими с мультивибратора (транзисторы $Т_3$, $Т_4$, реле $Р_{13}$)

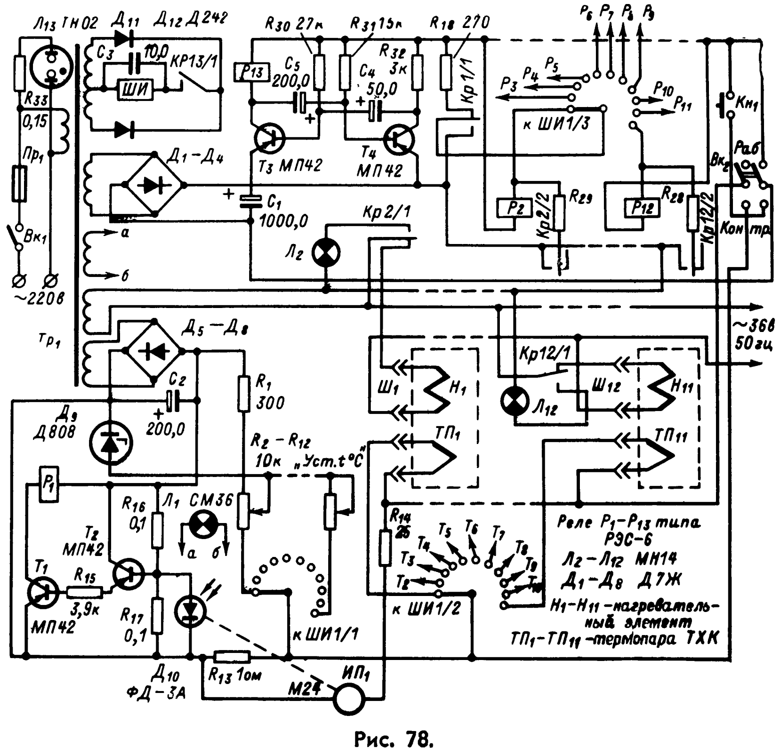


Рис. 78.

Один цикл опроса происходит за 36 *сек*. Выпрямитель (трансформатор $Тр_1$, диоды $Д_1$—$Д_9$, $Д_{11}$, $Д_{12}$) обеспечивает все узлы схемы необходимым питанием.

Установка работает следующим образом. При включении тумблера $Вк_1$ схема мультивибратора возбуждается и переходит в автоколебательный режим. При этом начинает периодически срабатывать реле $Р_{13}$ и своими контактами *Кр* 13/1 замыкать токовую цепь

обмотки шагового искателя *ШИ*. При этом реле P_2—P_{12} последовательно одно за одним становятся на самоблокировку и через свои контакты *Кр 2/1*—*Кр 12/1* включают нагреватели H_1—H_{11} на нагрев. Предполагается, что предварительно резисторами R_2—R_{12} выставлены напряжения компенсации, соответствующие требуемым температурам регулирования. В процессе опроса объектов стрелка измерительного прибора $ИП_1$ отклонится от положения равновесия. На стрелке прибора укреплен светонепроницаемый флажок. При достижении требуемой температуры на нагреваемом объекте стрелка с флажком приходит в нулевое положение и перекрывает луч света, падающий с лампы $Л_1$ на фотодиод $Д_{10}$. При этом обмотка реле P_1 обесточивается и замыкаются нормально замкнутые контакты *Кр 1/1*. Через эти контакты параллельно обмотке одного из реле P_2—P_{12} подключается резистор R_{18}, шунтируя ее, и соответствующее реле снимается с самоблокировки. Контакты реле отключают нагреватель и включают соответствующую лампу (одну из $Л_2$—$Л_{12}$), сигнализирующую о том, что требуемая температура на объекте достигнута. Как только температура объекта станет ниже требуемой, стрелка с флажком измерительного прибора отклонится от нулевого положения, открыв путь световому потоку на фотодиод $Д_{10}$, реле P_1 сработает и своими контактами *Кр 1/1* отключит шунтирующий резистор R_{18}. Таким образом, снова начнется цикл нагрева. Когда тумблер $Вк_2$ установлен в положение «Контроль», от схемы мультивибратора отключается минусовый провод источника питания и схема из автоматического переходит в одиночный режим работы. Переключение контактов шагового искателя происходит вручную, путем нажатия на кнопку $Кн_1$.

Схема прибора проста в изготовлении и наладке, надежна в работе. Недостатки конструкции — отсутствие сброса в схеме включения шагового искателя, отсутствие возможности регулирования количества объектов и отсутствие искрогасящих цепей в контактных устройствах. Последнее несколько снижает срок безаварийной работы системы. В принципе количество регулируемых объектов определяется типом шагового искателя и быстродействием схемы. Применение шаговых искателей типа ШИ-25 или ШИ-50 может значительно расширить возможности регулятора. К тому же контактные системы этих шаговых искателей более надежны, чем контактные системы шаговых искателей ШИ-11, используемых в рассмотренном устройстве.

Потребляемая мощность — один из параметров, характеризующих нормальную работу электрического оборудования. Применение для измерения мощности ваттметров с электродинамическими системами не всегда оправдано, так как они имеют подвижные детали, часто выходящие из строя при установке их на подвижных объектах. Ваттметры с электродинамическими системами малопригодны для дистанционной передачи показаний на значительные расстояния. Радиолюбители В. П. Бухгольц и Э. Г. Тисевич разработали статический *дистанционный измеритель мощности*. Принципиальная схема его изображена на рис. 79. Прибор производит скалярное перемножение векторов тока и напряжения с помощью стабилитронов, у которых начальный участок вольт-амперной характеристики имеет «квадратичный» характер.

Устройство состоит из датчиков напряжения *ДН* и тока $ДТ_1$, $ДТ_2$, выпрямителей суммы и разности напряжений на диодах $Д_1$—$Д_4$ и $Д_{11}$—$Д_{14}$, множительного агрегата на квадраторах $Д_5$—$Д_{10}$,

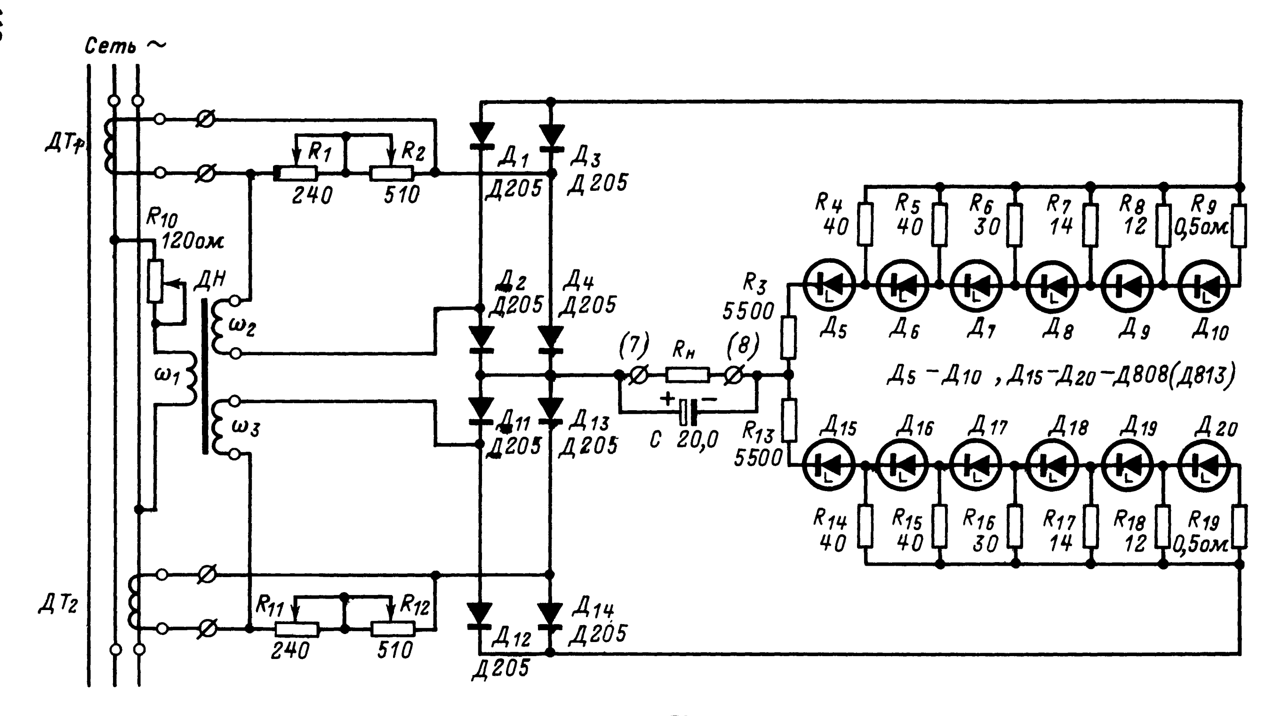

Сеть ~
ДТр
R1
R2
240
510
Д1
Д205
Д3
Д205
R10
120ом
ДН
ω2
ω1
ω3
Д2
Д205
Д4
Д205
Д11
Д205
Д13
Д205
(7)
Rн
(8)
+
−
С 20,0
R3
5500
R13
5500
R4 40
R5 40
R6 30
R7 14
R8 12
R9 0,5ом
Д5
Д6
Д7
Д8
Д9
Д10
Д5 − Д10 , Д15 − Д20 − Д808(Д813)
Д15
Д16
Д17
Д18
Д19
Д20
R14 40
R15 40
R16 30
R17 14
R18 12
R19 0,5ом
ДТ2
R11
R12
240
510
Д12
Д205
Д14
Д205

Рис. 79.

R_3—R_9, $Д_{15}$—$Д_{20}$, R_{13}—R_{19}. Параллельно резистору нагрузки $R_н$ включен конденсатор C.

Схема работает следующим образом. Напряжения, пропорциональные току нагрузки и напряжению сети, поступают на вход суммирующего устройства, которое состоит из двух каналов: сложения (датчик $ДТ_1$, обмотка ω_2 датчика $ДН$, резисторы R_1, R_2) и вычитания (датчик $ДТ_2$, обмотка ω_3 датчика $ДН$, резисторы R_{11}, R_{12}). Напряжения, соответствующие сумме и разности первичных сигналов, выпрямляются диодами $Д_{11}$—$Д_{14}$ и $Д_1$, $Д_4$ и поступают на вход соответствующих плеч квадратора. На выходе последнего появляется сигнал, пропорциональный произведению тока на напряжение, т. е. мощности. Резисторы R_1 и R_{11} служат для начального выравнивания амплитуд сигналов, резисторы R_2 и R_{12} — для обеспечения тепловой компенсации, резистор R_{10} — для регулировки фазы сигнала. Прибор нормально работает при следующих усло-

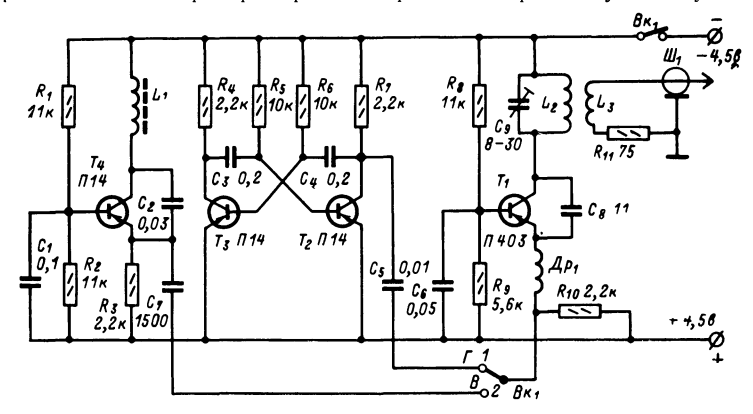


Рис. 80.

виях: номинальное напряжение 380 *в*, номинальный ток 5 *а*, температура окружающей среды 0—40 °С. Погрешность измерения не превышает 3%. Шкала прибора практически линейная.

Настройка телевизоров — сложный и трудоемкий процесс, требующий применения сложной измерительной аппаратуры. Но при их ремонте и проверке непосредственно на месте установки можно успешно пользоваться двумя простыми приборами: *авометром (тестером типа ТТ-1 или любого другого типа)* и *генератором вертикальных и горизонтальных полос.* Схема простого генератора такого типа изображена на рис. 80. Автор конструкции Н. Л. Чупиро. Прибор состоит из трех генераторов: несущей частоты, вертикальных и горизонтальных полос. Генератор несущей частоты выполнен на транзисторе T_1 по схеме с емкостной обратной связью. Частота генератора устанавливается равной несущей частоте первого телевизионного канала и равна 49,75 *Мгц*. Колебания, генерируемые генератором несущей частоты, модулируются по амплитуде либо прямоугольными импульсами, либо синусоидальным напряжением, вырабатываемыми соответственно генераторами горизонтальных и вертикальных полос. Первый выполнен по схеме

мультивибратора в автоколебательном режиме и генерирует прямоугольные импульсы с частотой следования 400 *гц* (транзисторы T_2, T_3); второй — по схеме с емкостной обратной связью на транзисторе T_4 и вырабатывает синусоидальное напряжение частотой 400 *кгц*. Коммутация модулирующих напряжений осуществляется тумблером $Вк_1$. Связь с настраиваемым телевизором — через высокочастотный разъем $Ш_1$.

На рис. 81 показана принципиальная схема фотоэкспонометра конструкции автора, в которой устранены недостатки, присущие схеме, изображенной на рис. 44. От схемы, рассмотренной на рис. 44, она отличается наличием дополнительного реле P_2 и несколько измененной схемой коммутации. Порядок работы с этим прибором

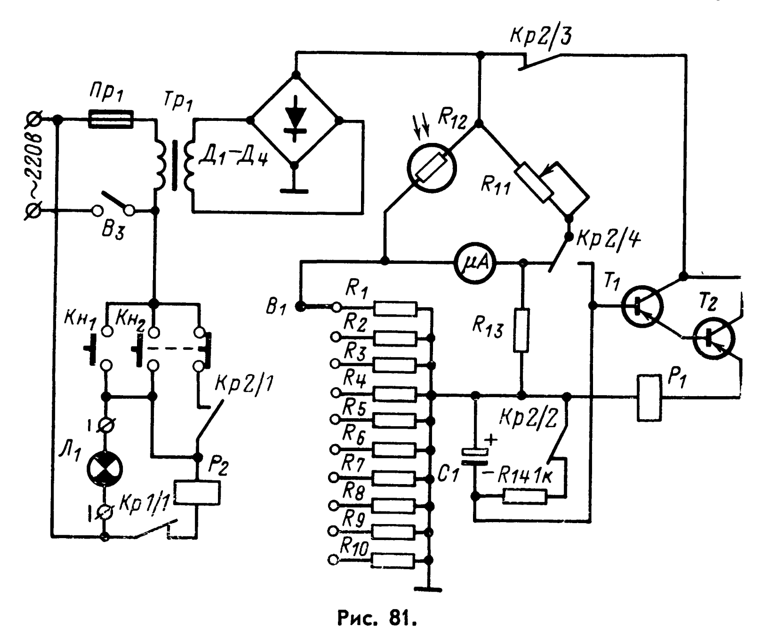


Рис. 81.

такой. Переключатель B_1 устанавливают в положение, соответствующее выбранной фотобумаге. Осветительную лампу фотоувеличителя через зажимы *1-1* присоединяют к установке и тумблером B_3 включают напряжение сети. Затем нажимают на кнопку $Кн_2$. При этом загорается лампа фотоувеличителя и изображение негатива проецируется на кадрирующую рамку. Не отпуская кнопку $Кн_2$, другой рукой направляют фоторезистор R_{12} на сюжетно важный участок негатива, а затем резистором R_{11} балансируют измерительный мост. Когда балансировка закончена (весь процесс длится несколько секунд), отпускают кнопку $Кн_2$ и убирают фоторезистор. В кадрирующую рамку закладывают лист фотобумаги и нажимают кнопку $Кн_1$. Эту кнопку после нажатия можно сразу отпустить, так как реле P_2 через свои нормально разомкнутые контакты *Кр 1/1* и нормально замкнутые контакты *Кр 1/1* реле P_1 становится

на самоблокировку. Перекидной контакт *Кр 2/4* включает резистор R_{11} в цепь заряда конденсатора C_1. В исходном положении через нормально замкнутые контакты *Кр 2/2* конденсатор C_1 зашунтирован резистором R_{15}. При срабатывании реле P_2 контакты *Кр 2/2* размыкаются и конденсатор C_1 начинает заряжаться через резистор R_{11}. Когда заряд на обкладках C_1 достигнет величины, достаточной для отпирания транзистора T_1, сработает реле P_1 и разомкнутся контакты *Кр 1/1*. Тем самым реле P_2 снимается с самоблокировки, процесс экспонирования закончится и схема вернется в исходное состояние. Для следующего экспонирования достаточно кратковременно нажать на кнопку $Кн_1$. В качестве реле P_2 можно использовать реле типа РПТ-100. В данной конструкции можно применить и реле постоянного тока, но в этом случае последовательно с обмоткой реле надо будет соединить резистор и диод. Номинал и мощность резистора следует подобрать исходя из данных реле (сопротивление обмотки, ток срабатывания). Диод можно применить типа Д7Ж.

На рис. 82 показана принципиальная схема бесконтактного переключателя светофоров. Автор конструкции И. П. Клыпин. Переключатель предназначен для автоматического переключения светофоров с соблюдением требуемых интервалов выдержки времени. Может работать в интервале температур от —40 до +40 °С и при необходимости обеспечивает дежурный режим работы — «Мигалка», т. е. постоянный мигающий свет желтого цвета.

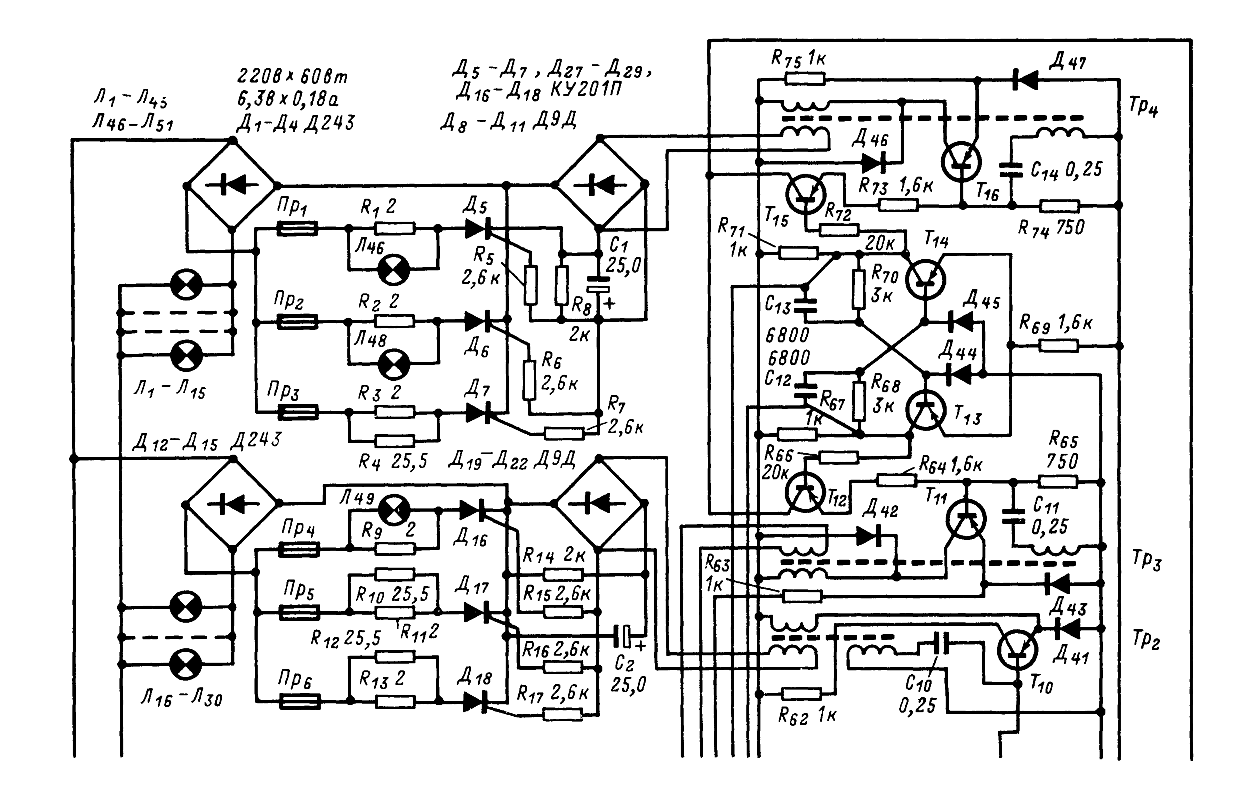
Прибор состоит из датчика времени, блока управления тиристорами, блока тиристоров с элементами питания и защиты, стабилизатора напряжения и блока коммутации и контроля. Задатчик времени обеспечивает все временные интервалы, необходимые для работы светофора. Состоит из несимметричного мультивибратора и триггера. Мультивибратор выполнен на транзисторах T_5 и T_8 по автоколебательной схеме с коллекторно-базовыми связями. Автоматическое управление длительностью импульсов, вырабатываемых мультивибратором, осуществляется с помощью транзисторных ключей (транзисторы T_6, T_7). Триггер выполнен по типовой схеме на транзисторах T_{13}, T_{14}.

Блок управления тиристорами состоит из транзисторных ключей (транзисторы T_9, T_{12}, T_{15}) и ждущих блокинг-генераторов (транзисторы T_{10}, T_{11}, T_{16}). К выходу блокинг-генераторов подключены выпрямительные мосты (диоды $Д_8$—$Д_{11}$, $Д_{19}$—$Д_{22}$, $Д_{30}$—$Д_{33}$).

В блок тиристоров входят выпрямительные мосты $Д_1$—$Д_4$, $Д_{12}$—$Д_{15}$, $Д_{22}$—$Д_{26}$, тиристоры $Д_5$—$Д_7$, $Д_{16}$—$Д_{18}$, $Д_{27}$—$Д_{29}$, элементы тиристоров (предохранители $Пр_1$—$Пр_9$) и подбора их режимов работы. Электронный стабилизатор напряжения выполнен на транзисторах T_1—T_3 и кремниевом стабилитроне $Д_{37}$. В качестве контрольных используют лампы $Л_{16}$, $Л_{17}$; $Л_{33}$; $Л_{50}$, $Л_{51}$.

Установка работает следующим образом. Мультивибратор вырабатывает импульсы напряжения, которые запускают триггер и один из электронных ключей (ключи на транзисторах T_4, T_9). Триггер в свою очередь открывает один из электронных ключей, выполненных на транзисторах T_{12} или T_{15}. Эти ключи управляют работой блокинг-генераторов (транзисторы T_{11} или T_{16}). В зависимости от того, какой блокинг-генератор работает, на входе соответствующего тиристора появляется отпирающий импульс и через нагрузку (лампы светофоров $Л_1$—$Л_{15}$, $Л_{18}$—$Л_{25}$, $Л_{34}$—$Л_{49}$) пойдет ток.

Временной режим работы регулируется переключателем $П_1$ и


Л1 - Л45
Л46 - Л51
220в x 60вт
6,3в x 0,18а
Д1-Д4 Д243
Д5 - Д7 , Д27 - Д29 ,
Д16 - Д18 КУ201П
Д8 - Д11 Д9Д
Пр1
R1 2
Д5
Л46
R5
2,6 к
C1
25,0
R8
2к
Пр2
R2 2
Л48
Д6
R6
2,6к
Пр3
R3 2
Д7
R7
2,6к
R4 25,5
Л1 - Л15
Д12 - Д15 Д243
Д19 - Д22 Д9Д
Л49
Пр4
R9 2
Д16
R14 2к
Пр5
R10 25,5
Д17
R15 2,6к
R12 25,5
R11 2
R16 2,6к
C2
25,0
Пр6
R13 2
Д18
R17 2,6к
Л16 - Л30
R75 1к
Д47
Тр4
Д46
T16
C14 0,25
R73 1,6к
T15
R72
R74 750
R71
1к
20к
T14
R70
3к
C13
6800
Д45
R69 1,6к
6800
C12
Д44
R67
1к
R68
3к
T13
R66
20к
R65
750
R64 1,6к
T12
T11
C11
0,25
Д42
Тр3
R63
1к
Д43
Тр2
C10
0,25
T10
Д41
R62 1к

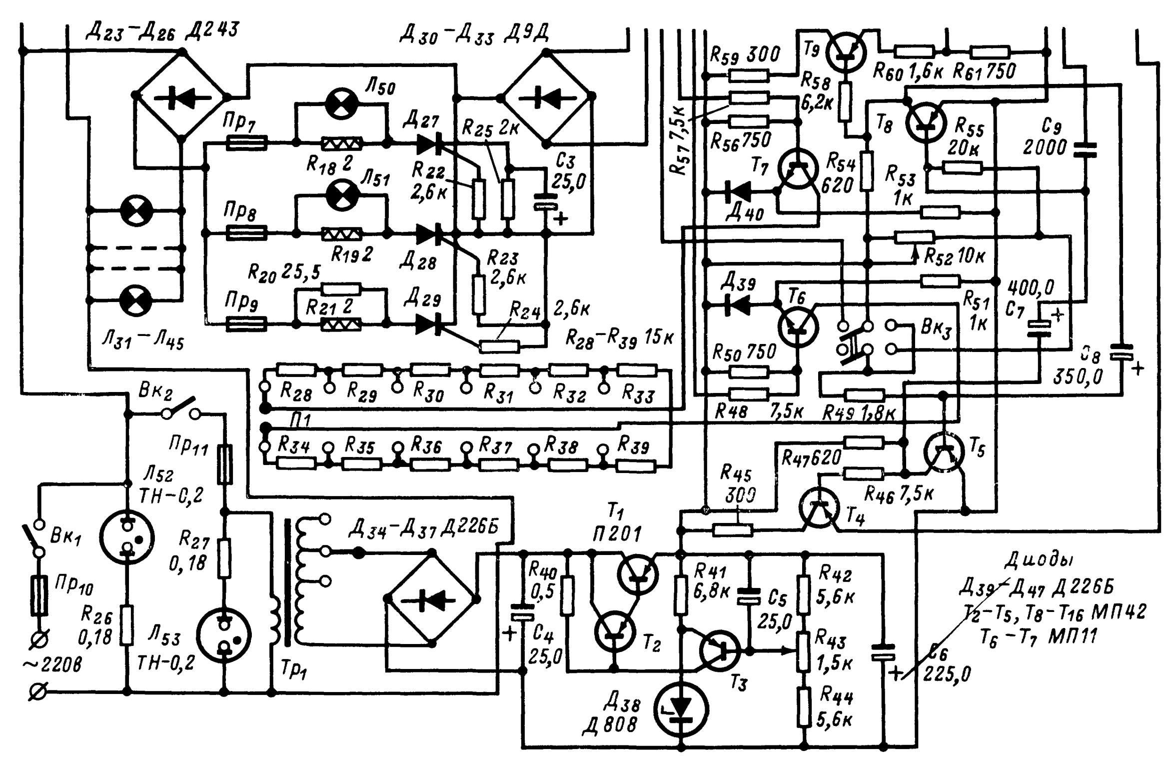

Д23-Д26 Д243
Д30-Д33 Д9Д
Л50
Пр7
R18 2
Д27
R25 2к
R22 2,6к
C3 25,0
Л51
Пр8
R19 2
Д28
R23 2,6к
R20 25,5
Пр9
R21 2
Д29
R24 2,6к
Л31-Л45
R28-R39 15к
R28 R29 R30 R31 R32 R33
П1
R34 R35 R36 R37 R38 R39
Вк2
Пр11
Л52 ТН-0,2
Вк1
Пр10
R26 0,18
~220в
R27 0,18
Л53 ТН-0,2
Тр1
Д34-Д37 Д226Б
R40 0,5
C4 25,0
T1 П201
T2
R41 6,8к
C5 25,0
T3
Д38 Д808
R42 5,6к
R43 1,5к
R44 5,6к
C6 225,0
R45 300
T4
R46 7,5к
R47 620
T5
R48 7,5к
R49 1,8к
R50 750
T6
Д39
Вк3
R51 1к
C7 400,0
C8 350,0
R52 10к
R53 1к
Д40
T7
R54 620
R56 750
R57 7,5к
R58 6,2к
R59 300
T9
R60 1,6к
R61 750
T8
R55 20к
C9 2000
Диоды
Д39-Д47 Д226Б
T2-T5, T8-T16 МП42
T6-T7 МП11

Рис. 82.

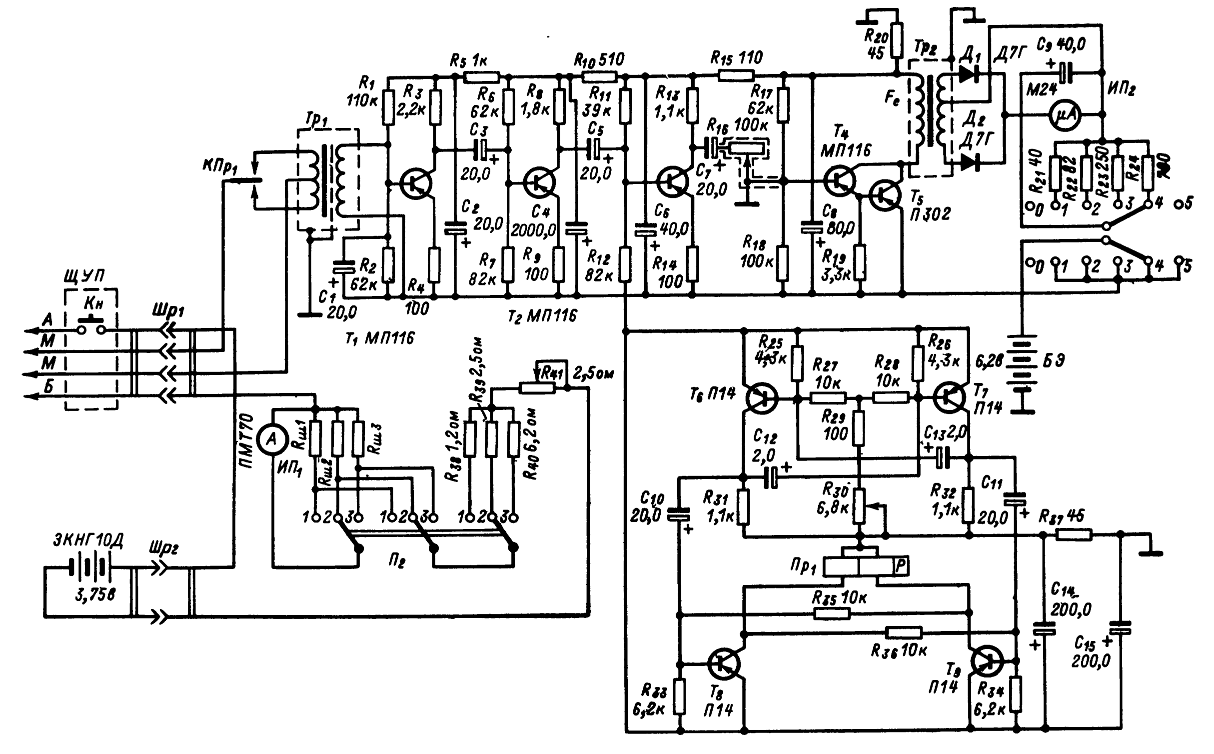

R20
45
Tр2
Д1
Д7Г
C9 40,0
R5 1к
R10 510
R15 110
R1
110к
R3
2,2к
R6
62к
R8
1,8к
R11
39к
R13
1,1к
R17
62к
Fe
M24
ИП2
Tр1
C3
20,0
C5
20,0
R16 100к
Д2
Д7Г
КПр1
C7
20,0
T4
МП116
R21 40
R22 82
R23 250
R24
C2
20,0
C4
2000,0
C6
40,0
R18
100к
C8
80,0
T5
П302
C1
20,0
R2
62к
R4
100
R7
82к
R9
100
R12
82к
R14
100
R19
3,3к
T1 МП116
T2 МП116
ЩУП
Кн
Шр1
A
M
M
Б
R25
4,3к
R26
4,3к
R27
10к
R28
10к
6,2в
БЭ
R41 2,5ом
R39 2,5ом
T6 П14
T7
П14
R29
100
A
ПМТ70
ИП1
Rш1
Rш2
Rш3
R38 1,2ом
R40 6,2ом
C12
2,0
C13 2,0
C10
20,0
R31
1,1к
R30
6,8к
R32
1,1к
C11
20,0
R37 45
3КНГ10Д
3,75в
Шр2
П2
Пр1
P
R35 10к
R36 10к
C14
200,0
C15
200,0
R33
6,2к
T8
П14
T9
П14
R34
6,2к

Рис. 83.

тумблером $Вк_3$. Прибор выполнен в одном компактном блоке. На лицевой панели размещены все органы управления, контрольные лампы и гнезда для предохранителей. Соединение со светофорами на линии осуществляется с помощью штепсельного разъема. Для работы при низких температурах в установке предусмотрен принудительный обогрев. Для этого корпус прибора обдувается воздухом, прогоняемым через нагревательный элемент с помощью вентилятора.

Рассмотренная конструкция переключателя светофоров выгодно отличается от опубликованных ранее тем, что в ней применено бесконтактное переключение ламп светофоров с помощью тиристоров. Устранен основной фактор ненадежности — электрические контакты реле.

На рис. 83 изображена принципиальная схема *электропотенциального дефектоскопа-толщиномера.* Авторы конструкции Г. С. Кокарев и Э. И. Брайнин. Прибор позволяет контролировать толщину стенок металлических изделий (труб, котлов, цистерн) при одностороннем доступе к их поверхности в пределах от 0,1 до 15 *мм.* Принцип действия его основан на установлении корреляционной зависимости между $\frac{\Delta\varphi}{I\rho}$ (при исследовании оболочек с известным электрическим сопротивлением) или $\frac{\Delta\varphi_1/I_1}{\Delta\varphi_2/I_2}$ (при исследовании оболочек с неизвестным электрическим сопротивлением) и толщиной оболочки. При неизменной толщине оболочки по изменению этих же величин можно судить об однородности ее строения и о наличии дефектов. В приведенных выше выражениях $\Delta\varphi$ — разность потенциалов, I — ток, ρ — удельное электрическое сопротивление. Разность потенциалов и ток определяют в процессе проведения измерений. Сопротивление измеряют отдельно. Для определения этих параметров используют измерительную установку, которая состоит из четырехэлектродного щупа, подсоединяемого к электронному блоку через штепсельный разъем $Шр_1$. В электронный блок входят: схема питания «силовых» электродов *А* и *Б* щупа (аккумулятор ЗКНГ10Д — присоединяется через разъем $Шр_2$), устройство регулирования силы тока (резисторы R_{38}—R_{40}, амперметр $ИП_1$), усилитель постоянного тока с преобразованием постоянного напряжения в переменное (преобразователь $Пр_1$ — поляризованное реле типа РП-4, транзисторы T_1—T_4, трансформаторы $Тр_1$, $Тр_2$), мультивибратор, работающий в автоколебательном режиме (транзисторы T_6—T_8), вырабатывающий импульсы прямоугольной формы для питания обмоток преобразователя.

Схемы усилителя и мультивибратора питаются от отдельной батареи.

На рис. 84 показан внешний вид щупов с расстоянием между электродами 5 и 15 *мм.* Устройство работает следующим образом. Щуп с игольчатыми электродами прикладывают к поверхности образца (изделия) и замыкают кнопку *Кн* (см. рис. 83). При этом на «силовые» (крайние) электроды подается разность потенциалов от аккумулятора. По измерительному прибору $ИП_1$ выставляют необходимую силу тока (величину, удобную для последующих расчетов). Разность потенциалов, возникающая при этом на средних электродах *M* и *N*, поступает на контакты преобразователя $КПр_1$.

Эти контакты переключаются с частотой колебаний, вырабатываемых мультивибратором (40 *гц*). Постоянное напряжение с электродов *M* и *N* после преобразования в переменное через трансформатор $Тр_1$ поступает на вход усилителя переменного тока (транзисторы $Т_1$—$Т_5$). Коэффициент усиления усилителя 2—3 тыс. Он выполнен по апериодической схеме. В выходном каскаде применен сдвоенный транзистор. Усиленный сигнал выпрямляется диодами $Д_1$, $Д_2$ и регистрируется стрелочным индикатором (микроамперметр на 150 *мка*) $ИП_2$.

Прибор смонтирован в трех раздельных блоках: блок-щуп, блок аккумулятора и электронный блок. Перед началом работы прибор калибруется по образцам с известными толщиной и сопротивлением. Прибор прост в наладке и неприхотлив в обслуживании.

Надо отметить, что при повторении конструкции в схему прибора следует внести некоторые изменения, а именно: усилитель следует выполнить по резонансной схеме, а выходной выпрямитель — по схеме фазового детектора. При этом резко возрастет чувствительность прибора и стабильность его работы. Более целесообразно измерительную часть выполнить по компенсационной схеме, применив принцип относительных измерений. В этом случае можно будет резко снизить требования к стабильности элементов схемы измерительного блока.

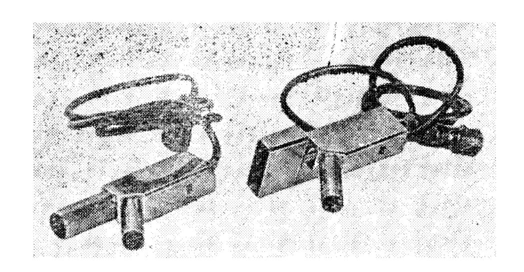


Рис. 84.

Область применения рассмотренной конструкции не ограничивается ее назначением. Она с успехом может быть использована для определения влажности различных материалов, качества древесины и многих других целей, связанных с испытанием материалов, электропроводность которых зависит от контролируемого параметра.

В основной части книги были рассмотрены блок-схема и принцип действия *установки для проведения электромагнитных зондирований при проведении геологических исследований* (см. описание к рис. 53). На рис. 85 изображена принципиальная схема передатчика. Он имеет следующие параметры: диапазон генерируемых частот от 80 *гц* до 3,5 *Мгц* (разбит на 7 поддиапазонов), выходная мощность от 50 до 150 *вт* (в зависимости от поддиапазона), точность поддержания амплитуды выходного сигнала 3—5%, выходное сопротивление передатчика может изменяться в пределах от 25 до 1 000 *ом*. Питание передатчика осуществляется от батареи акку-

муляторов напряжением 24 *в*. Потребляемый ток в режиме максимальной мощности 8—10 *а*. Ток покоя не превышает 1 *а*. Масса передатчика без аккумуляторов 12 *кг*.

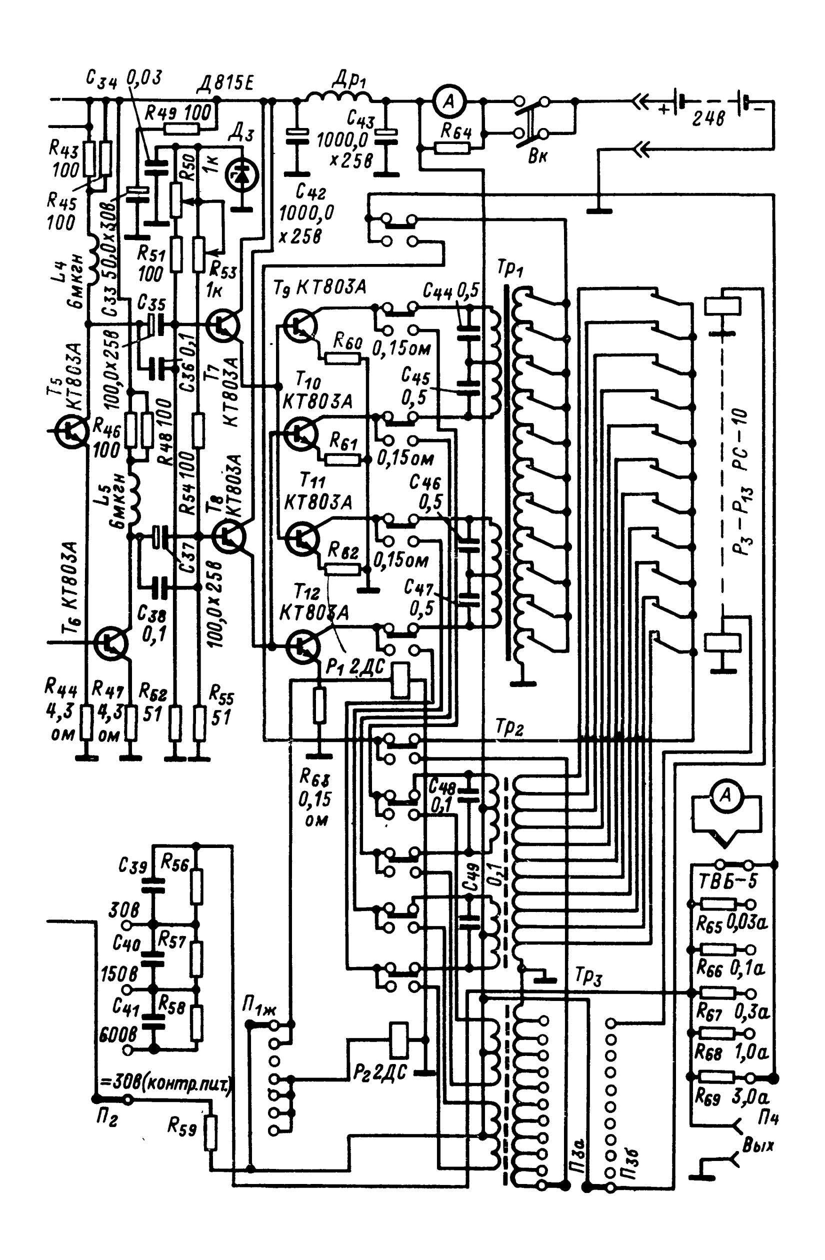
Задающий генератор выполнен на транзисторах T_1—T_3. Для получения сигнала с частотой от 80 до 800 000 *гц* используется схема генератора с Г-образным четырехполюсником в цепи обратной связи. Схема четырехполюсника выполнена на *RC*. Стабилизация амплитуды осуществляется с помощью терморезистора типа ТП 2/0,5, включенного в цепь обратной связи. Для получения сигнала частотой от 0,8 до 3,5 *Мгц* используется генератор, выполненный по схеме Колпитца на транзисторе T_3. Плавное изменение частоты в области низких частот осуществляется сдвоенным резистором R_1, R_2, а на высоких частотах — изменением индуктивности L_1. Амплитуда выходного сигнала задающего генератора практически не изменяется во всем рабочем диапазоне частот и равна 2 *в*. С выхода задающего генератора сигнал поступает на фазоинвертор, выполненный на транзисторе T_4. С коллектора и эмиттера этого транзистора снимаются два сигнала, сдвинутых по фазе по отношению друг к другу на 180°. Эти сигналы подаются на вход двухтактного усилителя мощности. Первый каскад этого усилителя (транзисторы T_5, T_6) дает усиление по напряжению. Предоконечный каскад собран по схеме эмиттерных повторителей (транзисторы T_7, T_8) и служит для согласования высокоомного выхода усилителя напряжения с низкоомным входом усилителя мощности. Индуктивности L_2—L_5 предназначены для подъема характеристики усилителя в области высоких частот. В выходном каскаде усилителя мощности в одно плечо включено по два транзистора, каждый в свою часть обмотки выходного трансформатора (транзисторы T_9—T_{12}). Выходные каскады работают с небольшим начальным смещением (режим АБ). При этом улучшается форма выходного сигнала и каскад становится более экономичным по питанию. Регулировка смещения осуществляется резисторами R_{50}, R_{53}. Для полного перекрытия всего диапазона частот в выходном каскаде используются три выходных трансформатора. Смена трансформаторов осуществляется с помощью реле P_1, P_2 одновременно с переключением поддиапазонов. Для измерения силы переменного тока в нагрузке применен термопреобразователь типа ТВБ-5 с индикаторной головкой типа М-24. Изменение выходной мощности и согласование с нагрузкой осуществляются переключателем $П_3$ и контактами реле P_3—P_{13}.

Принципиальная схема приемника изображена на рис. 86. Он имеет следующие параметры: диапазон принимаемых частот от 0,08 до 430 *кгц* и от 0,5 до 3,5 *Мгц*, чувствительность — 50 *мкв* на всю шкалу стрелочного индикатора, уровень собственных шумов не выше 1,5 *мкв*, максимальное ослабление сигнала системой декадных аттенюаторов 10 000, полоса пропускания частот в диапазоне от 0,1 до 3,5 *Мгц* не шире 6 *кгц*, точность градуировки измерительного тракта не хуже 5%. Питание приемника от батарей напряжением 11,5 *в*. Потребляемый ток не более 25 *ма*. Масса приемника вместе с питанием 4 *кг*.

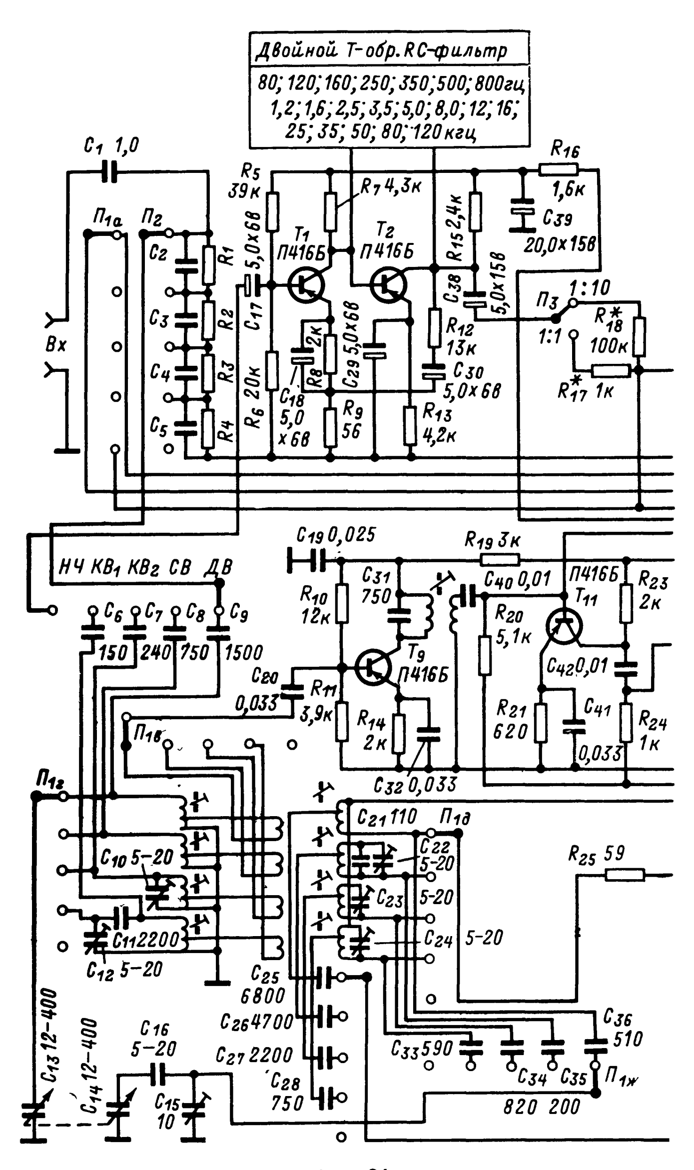
Приемник состоит из двух блоков: селективного усилителя низкой частоты и усилителя высокой частоты, выполненного по супергетеродинной схеме.

Селективный усилитель низкой частоты выполнен на транзисторах T_1—T_8 и T_{17} по схеме *RC* с двойным Т-образным фильтром

Рис. 85.

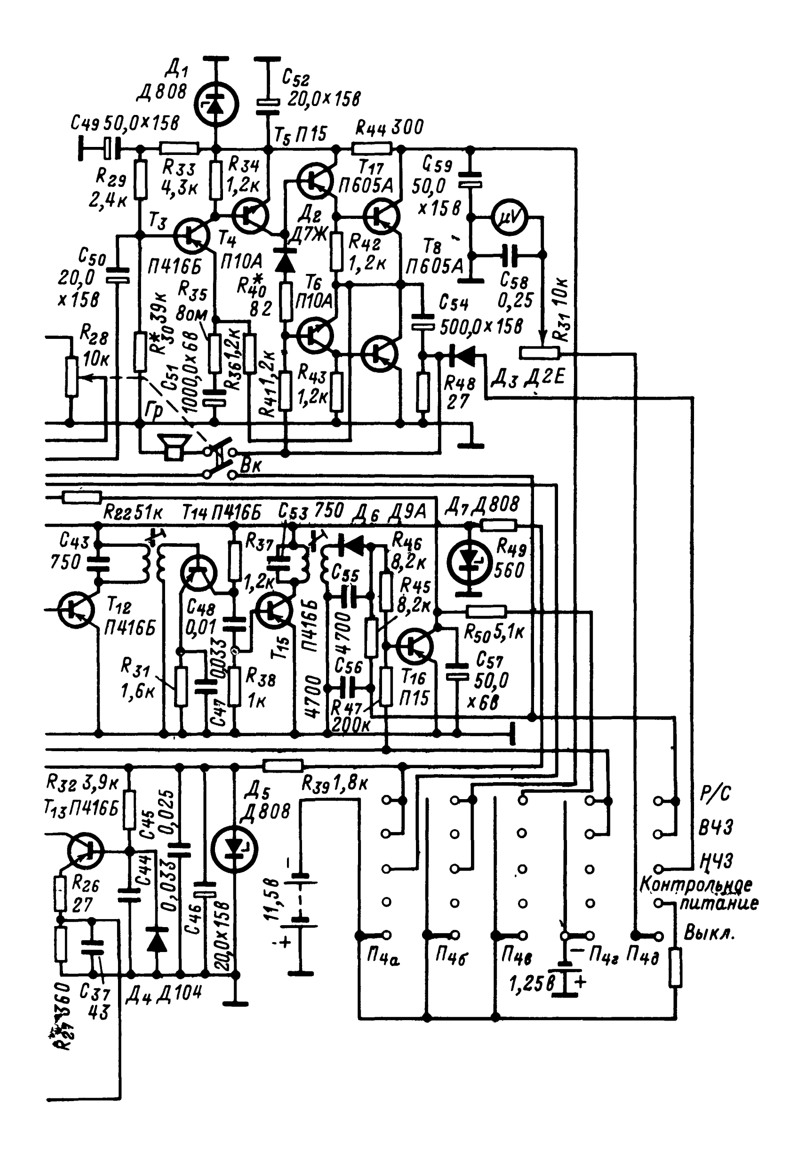


C34 0,03
Д815Е
Др1
24в
R49 100
Д3
C43 1000,0 x25в
R64
Вк
R43 100
R45 100
R50 1к
C42 1000,0 x25в
L4 6мкгн
C33 50,0x30в
R51 100
R53 1к
Тр1
T9 KT803A
C44 0,5
C35
T5 KT803A
100,0x25в
C36 0,1
T7 KT803A
R60 0,15ом
C45 0,5
T10 KT803A
R46 100
R48 100
R61 0,15ом
PC-10
T11 KT803A
C46 0,5
L5 6мкгн
R54 100
T8 KT803A
P3-P13
R62 0,15ом
C37
C47 0,5
T6 KT803A
C38 0,1
100,0x25в
T12 KT803A
P1 2ДС
R44 4,3 ом
R47 4,3 ом
R52 51
R55 51
Тр2
R63 0,15 ом
C48 0,1
C39
R56
30в
C49 0,1
ТВБ-5
C40
R57
R65 0,03a
150в
R66 0,1a
C41
R58
Тр3
R67 0,3a
600в
П1ж
R68 1,0a
P2 2ДС
=30в(контр.пит.)
R69 3,0a
П2
R59
П4
Вых
П3а
П3б



Двойной Т-обр. RC-фильтр
80; 120; 160; 250; 350; 500; 800 гц
1,2; 1,6; 2,5; 3,5; 5,0; 8,0; 12; 16; 25; 35; 50; 80; 120 кгц
НЧ КВ₁ КВ₂ СВ ДВ
Вх

Рис. 86.


Д1
Д808
C52
20,0×15в
C49 50,0×15в
T5 П15
R44 300
R29
2,4к
R33
4,3к
R34
1,2к
T17
П605А
C59
50,0
×15в
μV
T3
T4
Д2
Д7Ж
R42
1,2к
T8
П605А
C50
20,0
×15в
П416Б
П10А
R35
8ом
R*40
82
T6
П10А
C58
0,25
R31 10к
R*30 39к
C54
500,0×15в
R28
10к
C51
1000,0×6в
R36 1,2к
R41 1,2к
R43
1,2к
R48
27
Д3 Д2Е
Гр
Вк
R22 51к
T14 П416Б
C53 750
Д6 Д9А
Д7 Д808
C43
750
R37
1,2к
R46
8,2к
R49
560
C55
R45
8,2к
T12
П416Б
C48
0,01
T15
П416Б
4700
R50 5,1к
R31
1,6к
0,033
C47
R38
1к
4700
C56
R47
200к
T16
П15
C57
50,0
×6в
R32 3,9к
T13 П416Б
C45
0,025
Д5
Д808
R39 1,8к
Р/С
ВЧЗ
НЧЗ
Контрольное
питание
Выкл.
R26
27
C44
0,033
C46
20,0×15в
11,5в
П4а
П4б
П4в
П4г
П4д
1,25в
R*27 360
C37
43
Д4 Д104

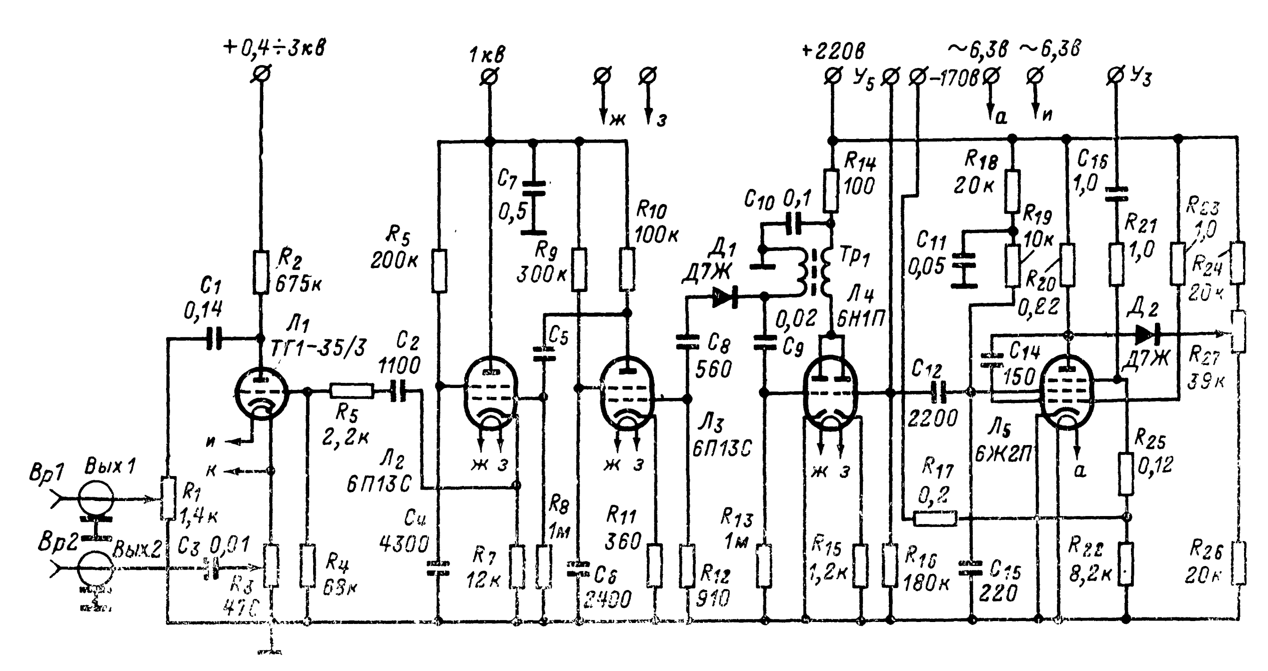
в цепях селекции Частоты настройки фильтров указаны на схеме. Для уменьшения завала частотной характеристики в области низких частот применена гальваническая связь между каскадами. Для выравнивания частотной характеристики в схеме широко используется отрицательная обратная связь. Выход низкочастотного блока — двухтактный. Выходная мощность 0,4 *вт*.

Высокочастотный тракт выполнен по стандартной схеме супергетеродинного приемника и особых пояснений не требует.

Нагрузкой детекторов обоих каналов служит индикаторная головка типа М-24 со шкалой на 100 *мка*.

В основной части книги были рассмотрены блок-схема и принцип действия *импульсного ультразвукового измерительного прибора* конструкции автора (см. описание к рис. 54), созданного на базе выпускаемого промышленностью прибора Р-5-1 (ИКЛ-5). Принципиальная схема этого прибора для большей наглядности изложения разбита на семь функциональных узлов, изображенных на рис. 87—93. При этом сохранена сквозная нумерация входящих в схему деталей. Взаимодействие узлов схемы происходит следующим образом. Напряжение синхронизации частотой 100 *гц* поступает с выхода выпрямителя, собранного на диодах $Д_8$—$Д_{15}$ (см. рис. 93) по мостовой схеме, и запускает задающий генератор (правая половина лампы $Л_{11}$, см. рис. 89), выполненный по схеме блокинг-генератора. Импульсы с анода правой половины лампы $Л_{11}$ запускают блок задержки развертки (ждущий мультивибратор на лампе $Л_{12}$). Величина задержки определяется постоянной времени цепи C_{38}, C_{39}, R_{78}, R_{79}. Эта постоянная времени изменяется тумблером $П_2$ (грубо) и резистором R_{78} (плавно) в пределах от 40 до 8 000 *мксек*. Для обеспечения работы схемы в автоматическом режиме предусмотрена возможность подключения вместо резистора R_{78}, R_{79} блока автоматического переключения сопротивлений, который подключается к схеме задержки через штепсельный разъем $Шр_1$. В данной конструкции прибора использовалась автоматическая система переключения сопротивлений на шаговых искателях. Суммарное сопротивление равнялось 1 *Мом*. Шаг переключений 51 *см* и 2,5 *ком*. Скорость переключений определялась необходимой выдержкой фотографирования. Всего в устройстве использовалось два шаговых искателя типа ШИ-50.

Одновременно с блоком задержки импульс с задающего генератора запускает электронный коммутатор (делитель частоты на два), выполненный на лампе $Л_{21}$ по схеме симметричного триггера (см. рис. 92). Задний фронт импульса задержки дифференцируется цепочкой C_{35}, R_{67}, усиливается левым по схеме триодом $Л_{11}$ и запускает генератор развертки (см. рис. 89). Генератор развертки выполнен по схеме фантастрона на лампе $Л_8$, работа которой управляется, и спусковой схемой (лампы $Л_9$ и $Л_{10}$). Спусковая схема также представляет собой ждущий мультивибратор, у которого период собственных колебаний значительно больше периода пусковых импульсов. Поэтому она вырабатывает импульсы, длительность которых определяется временем между запуском и остановкой. Работа генератора развертки происходит в момент положительного перепада напряжений на лампе $Л_9$. Этот перепад напряжений в качестве импульса подсвета подается на электроннолучевой индикатор $Л_6$, отпирая его (см. рис. 88). Скорость развертки регулируется с помощью конденсатора переменной емкости C_{23} (плавно) и тумблера $П_1$ (грубо). Предел изменения скорости развертки 20—



+0,4÷3кв
1кв
ж
з
+220в
У5
-170в
~6,3в
~6,3в
а
и
У3
R2
675к
C1
0,14
Л1
ТГ1-35/3
C2
1100
R5
2,2к
R5
200к
C7
0,5
R9
300к
R10
100к
C5
Л2
6П13С
Cц
4300
R7
12к
R8
1м
C6
2400
R11
360
R12
910
C8
560
Л3
6П13С
Д1
Д7Ж
C10
0,1
R14
100
Тр1
Л4
6Н1П
0,02
C9
R13
1м
R15
1,2к
R16
180к
C11
0,05
R18
20к
R19
10к
R20
0,22
C12
2200
C14
150
Л5
6Ж2П
R17
0,2
C15
220
C16
1,0
R21
1,0
Д2
Д7Ж
R22
8,2к
R25
0,12
R23
1,0
R24
20к
R27
39к
R26
20к
Вр1
Вых 1
Вр2
Вых2
R1
1,4к
C3
0,01
R3
470
R4
68к
и
к

Рис. 87.

1 400 *мксек* на диаметр экрана. Пилообразное напряжение, вырабатываемое фантастроном, усиливается парафазным усилителем, собранным на лампе $Л_7$, и подается на горизонтальные пластины электроннолучевого индикатора.

Блок коммутации и масштабных меток изготовлен на лампах $Л_{21}$—$Л_{27}$ (см. рис. 92). Электронный коммутатор выполнен по схеме триггера на лампе $Л_{21}$. Триггер генерирует импульсы с частотой, в два раза меньшей частоты запуска. С анодов лампы $Л_{21}$ импульсы через согласующие каскады — катодные повторители на лампе $Л_{22}$ — поступают на генератор меток времени и на блок задержки генератора импульсов, запуская их, и на усилитель, запирая его

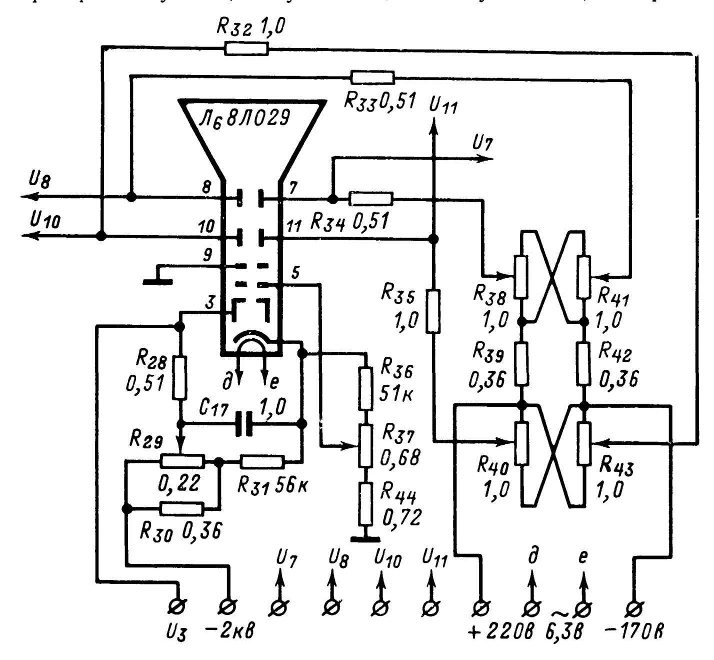


Рис. 88.

на период генерирования масштабных меток. При этом на экране наблюдаются два изображения, сдвинутых по вертикали друг относительно друга: изображение масштабных меток и изображение отсчетного импульса, подвижной метки и принятого сигнала.

Генератор меток времени собран на лампе $Л_{23}$ по схеме емкостной трехточки и генерирует синусоидальное напряжение частотой 500 *кгц*. Формирующий каскад (лампа $Л_{24}$) формирует из этого напряжения метки времени прямоугольной формы, положительной полярности и подает их на вертикальные отклоняющие пластины индикатора $Л_6$. Импульсы с анода лампы $Л_{24}$, кроме того, поступают на вход делителя частоты на 5, собранного на лампе $Л_{25}$ по схеме блокинг-генератора в заторможенном режиме. С выхода делителя частоты импульсы большей амплитуды, чем основные

9—1375

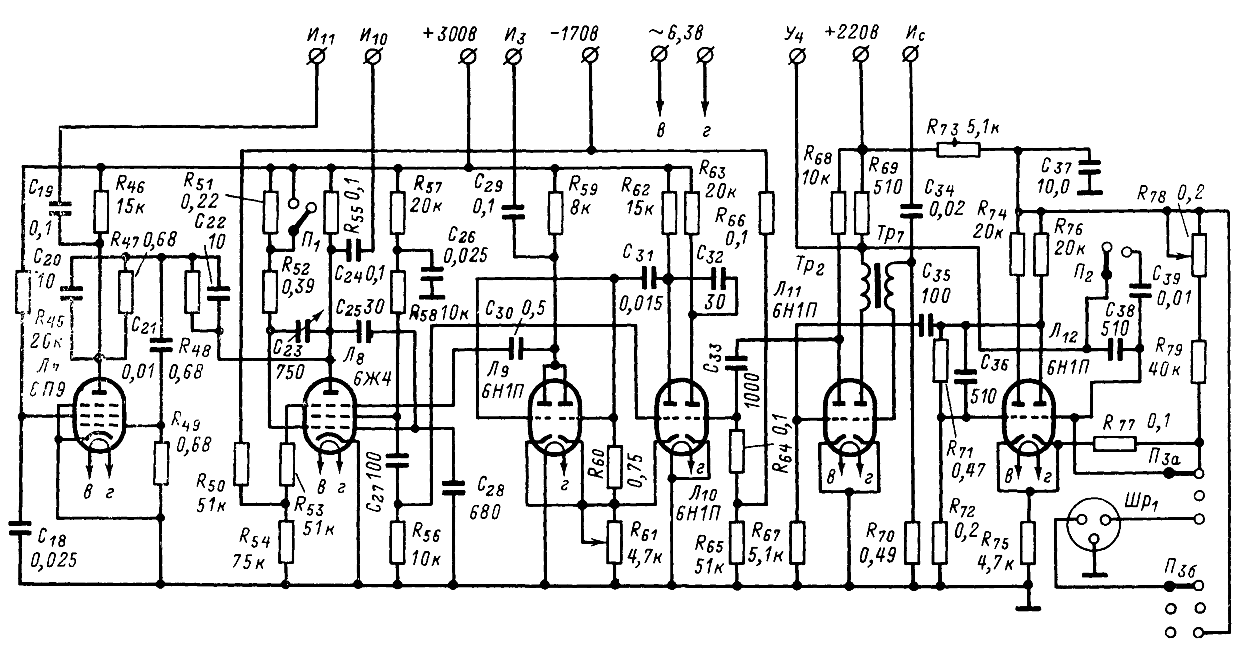

И11
И10
+300в
И3
-170в
~6,3в
в
г
У4
+220в
Ис
R73 5,1к
C19
0,1
R46
15к
R51
0,22
C22
10
R47 0,68
C20
10
R45
20к
C21
0,01
R48
0,68
Л7
СП9
R49
0,68
C18
0,025
R52
0,39
П1
R55 0,1
C24 0,1
C25 30
C23
750
Л8
6Ж4
R50
51к
R53
51к
R54
75к
R57
20к
R58 10к
C26
0,025
C27 100
C28
680
R56
10к
C29
0,1
C30 0,5
Л9
6Н1П
R59
8к
R60
0,75
R61
4,7к
R62
15к
R63
20к
R66
0,1
C31
0,015
C32
30
Л10
6Н1П
C33
1000
R64 0,1
R65
51к
R67
5,1к
R68
10к
R69
510
Тр2
Тр7
Л11
6Н1П
C34
0,02
C35
100
R70
0,49
R71
0,47
R72
0,2
C36
510
C37
10,0
R74
20к
R76
20к
Л12
6Н1П
R75
4,7к
П2
C38
510
C39
0,01
R78 0,2
R79
40к
R77 0,1
П3а
Шр1
П3б

Рис. 89.

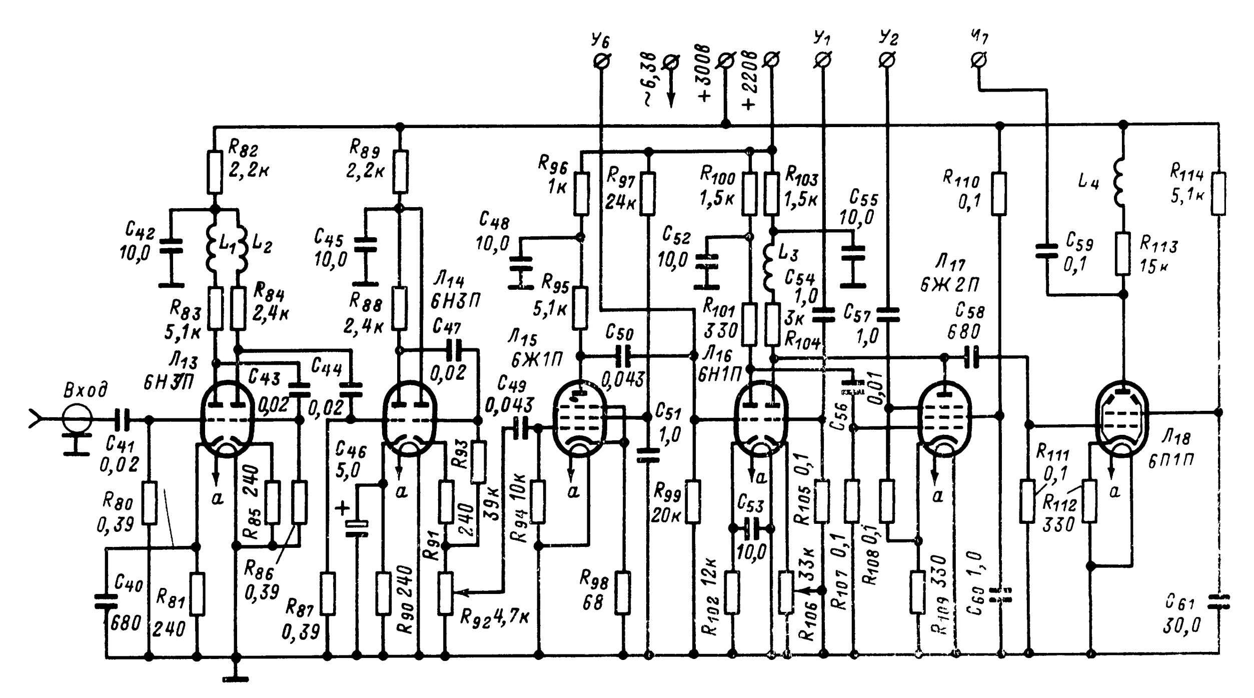

Вход
C41 0,02
R80 0,39
C40 680
R81 240
R82 2,2к
C42 10,0
L1
L2
R83 5,1к
R84 2,4к
Л13 6Н3П
C43 0,02
C44 0,02
R85 240
R86 0,39
R87 0,39
R89 2,2к
C45 10,0
R88 2,4к
Л14 6Н3П
C47 0,02
C46 5,0
R90 240
R91 240
R93 39к
R92 4,7к
C49 0,043
R94 10к
У6
~6,3в
+300в
+220в
R96 1к
R97 24к
C48 10,0
R95 5,1к
Л15 6Ж1П
C50 0,043
C51 1,0
R98 68
R99 20к
R100 1,5к
R103 1,5к
C52 10,0
L3
C54 1,0
R101 330
R104 3к
Л16 6Н1П
C53 10,0
R102 12к
R106 33к
R105 0,1
C55 10,0
У1
У2
C56 0,01
C57 1,0
R107 0,1
R108 0,1
R110 0,1
Л17 6Ж2П
C58 680
R109 330
C60 1,0
R111 0,1
R112 330
И1
C59 0,1
L4
R113 15к
R114 5,1к
Л18 6П1П
C61 30,0
a

Рис. 90.

метки времени, и той же полярности также поступают на индикатор. Одновременно с этим импульсы с катода правого триода лампы $Л_{25}$ подаются на вход делителя частоты на 10, выполненного по аналогичной схеме на лампе $Л_{27}$. С анода лампы $Л_{27}$ импульсы отрицательной полярности поступают на индикатор, образуя масштаб большой кратности. Таким образом, на экране индикатора $Л_6$ одновременно наблюдаются три масштаба времени: метки через 2, 10 и 100 *мксек*.

В схеме блока коммутации и масштабных меток имеется устройство для запирания луча в момент генерирования масштабных меток. Оно необходимо для того, чтобы иметь возможность наблюдать на экране индикатора волновую картину в чистом виде, без наложения на нее меток времени, и представляет собой фазоинверсный каскад (лампа $Л_{28}$).

Блок задержки генератора импульсов выполнен на лампе $Л_5$ по схеме фантастрона (см. рис. 87). Этот каскад служит для согласования момента запуска генератора импульсов с положением кратных меток на экране индикатора и обеспечивает временную задержку в пределах 70—220 *мксек*. Задний фронт импульса, генерируемого фантастроном задержки, дифференцируется цепочкой $C_{12}R_{16}$, поступает на вход каскада запуска генератора импульсов, и через цепочку $C_{66}R_{122}$ — на вход генератора подвижной метки, запуская его (см. рис. 91). В качестве генератора подвижной метки используется ждущий мультивибратор (лампа $Л_{20}$). Для того чтобы

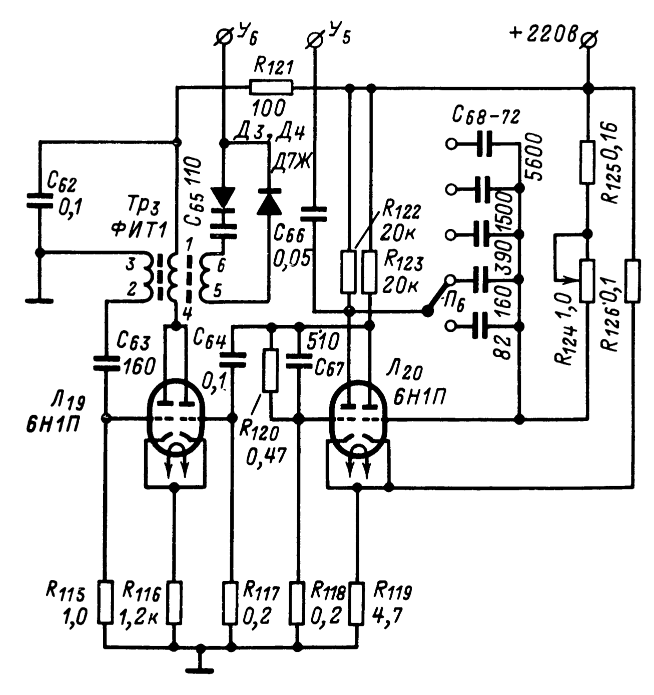


Рис. 91.

плавно перемещать подвижную метку по экрану осциллографического индикатора, в схеме применены ступенчатый (переключатель $П_6$) и плавный (резистор R_{124}) регуляторы длительности времени задающей цепи. Задний фронт импульса, вырабатываемого ждущим мультивибратором, дифференцируется цепочкой C_{64}, R_{117} и запускает каскад формирования подвижной метки. Этот каскад собран по схеме блокинг-генератора в заторможенном режиме на лампе $Л_{19}$. Сформированный импульс через диодный ограничитель (диоды $Д_3$, $Д_4$) поступает на сетку лампы $Л_{16}$ усилителя (см. рис. 90).

Каскад запуска генератора импульсов (см. рис. 87) выполнен по схеме блокинг-генератора на лампе $Л_4$ и генерирует импульсы амплитудой 60 *в* и длительностью 0,8 *мксек*. Этот импульс через диодный ограничитель $Д_1$ поступает на вход усилителя мощности (лампы $Л_2$, $Л_3$). Импульс напряжения, усиленный по мощности, поступает на сетку тиратрона $Л_1$, запуская его. В момент запуска тиратрона емкость C_1 разряжается через резисторы R_1 и R_3. При этом на резисторе R_1 выделяется импульс напряжения амплитудой 0,5—1,5 *кв* и отрицательной полярности. А на резисторе P_3 выделяется импульс положительной полярности амплитудой до 0,3 *кв*. С разъема $Вр_1$ снимают импульсное напряжение большой амплитуды, а с разъема $Вр_2$ — малой (20—300 *в*).

В связи с тем, что перед подачей на анод тиратрона $Л_1$ высокого напряжения его надо предварительно прогреть в течение 3—5 *мин*, в схему блока питания (см. рис. 93) добавлены накальный трансформатор $Тр_3$ и реле времени на тиратроне $Л_{30}$ типа МТХ-90. Включение прибора в сеть происходит следующим образом. При замыкании контактов тумблера $Вк_1$ напряжение сети подается на трансформатор $Тр_3$, а через диод $Д_{44}$ и резистор R_{174} — на конденсатор C_{115}. В тот момент, когда напряжение на обкладках конденсатора достигнет значения потенциала зажигания тиратрона (через 2—5 *мин*), сработает реле P_1 и своими контактами $Кр_1$ включит реле P_2, которое через контакты *Кр 2/1* станет на самоблокировку. Одновременно через контакты *Кр 2/2* и *Кр 2/3* напряжение сети будет подано на основную схему питания. Перекидной контакт *Кр 2/4* отключит от сети схему реле времени и подключит параллельно конденсатору C_{116} резистор R_{173}. Через этот резистор конденсатор разрядится до нулевого потенциала.

Усилитель прибора (см. рис. 90) выполнен по широкополосной схеме на лампах $Л_{13}$—$Л_{18}$. Предварительный усилитель собран в виде отдельного блока на лампах $Л_{13}$, $Л_{14}$ и имеет полосу пропускания в пределах от 0,5 до 2 800 *кгц*, а коэффициент усиления порядка 400. Основной усилитель взят с небольшими изменениями от прибора ИКЛ-5. Он имеет полосу пропускания 2—2 000 *кгц* и коэффициент усиления в пределах 2 000. Оба усилителя изготовлены с введением в схему элементов высокочастотной коррекции и отрицательной обратной связи по напряжению.

Катодный повторитель (правая половина лампы $Л_{14}$) служит для развязки частей усилителя друг от друга. Лампа $Л_{17}$ и правая половина лампы $Л_{16}$ используются как управляющие. Отрицательный перепад напряжения, подаваемый на защитную сетку лампы $Л_{17}$, запирает ее на период генерирования масштабных меток. Для компенсации паразитного выброса напряжения, возникающего при этом, на управляющую сетку правой половины лампы $Л_{16}$ подается положительный перепад напряжения. Коэффициент усиления всего усилительного тракта в целом $0{,}8—1{,}0 \cdot 10^6$ при ширине полосы

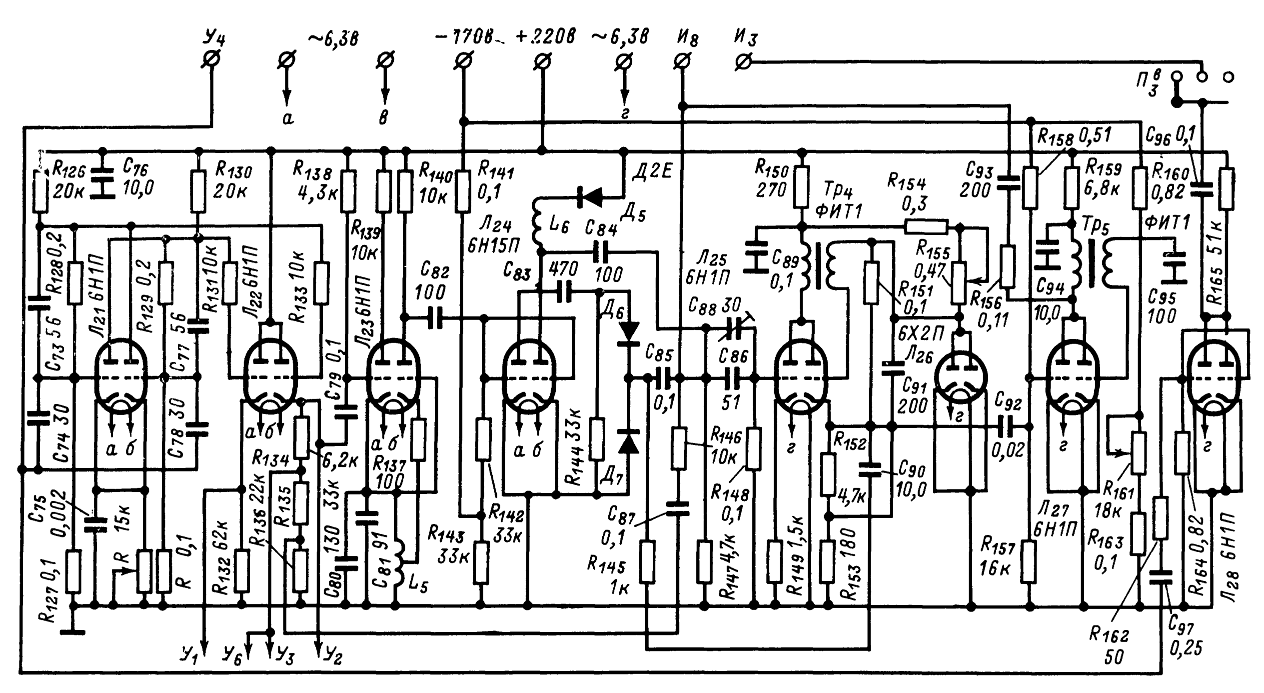


Рис. 92.

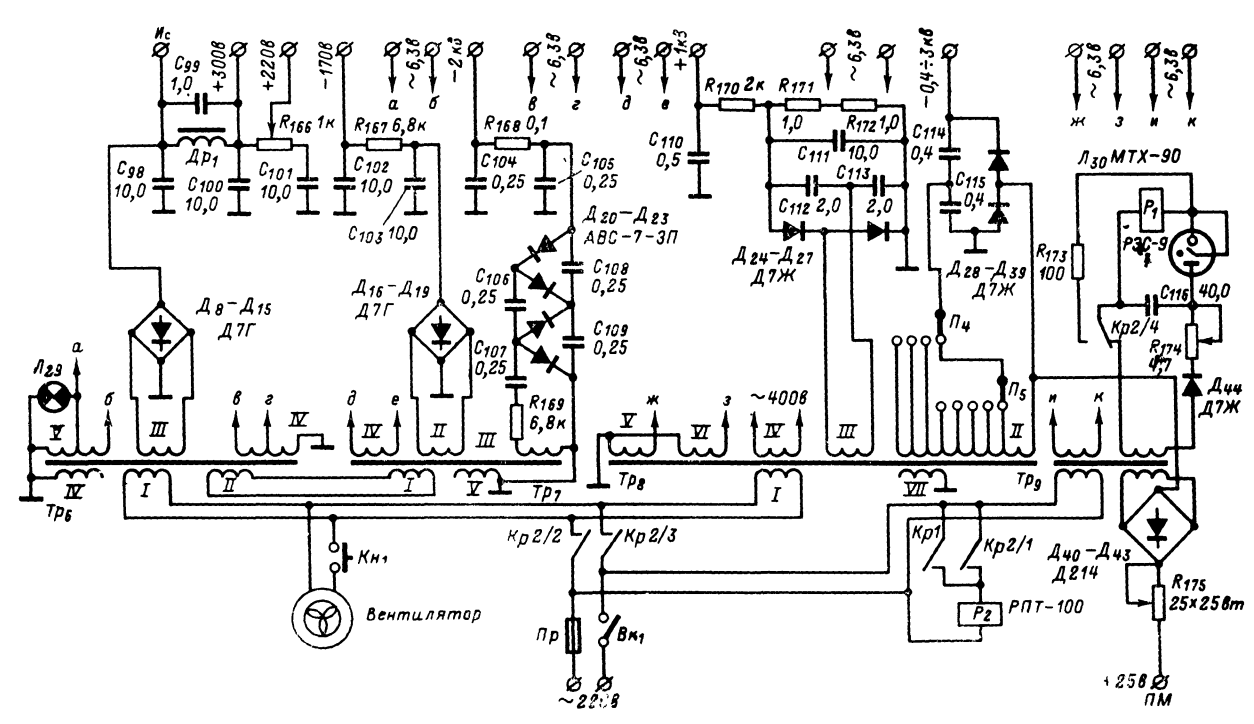

Ис
С99
1,0
+300в
+220в
R166 1к
−170в
R167 6,8к
~6,3в
−2кв
R168 0,1
~6,3в
+1кв
R170 2к
R171
~6,3в
R172 1,0
1,0
−0,4÷3кв
~6,3в
~6,3в
а
б
в
г
д
е
ж
з
и
к
Др1
С98
10,0
С100
10,0
С101
10,0
С102
10,0
С103 10,0
С104
0,25
С105
0,25
С110
0,5
С111
10,0
С112 2,0
С113
2,0
С114
0,4
С115
0,4
Л30 МТХ-90
Р1
РЭС-9
Д20–Д23
АВС-7-3П
Д24–Д27
Д7Ж
Д28–Д39
Д7Ж
R173
100
С116 40,0
С106
0,25
С108
0,25
С109
0,25
С107
0,25
R169
6,8к
Д8–Д15
Д7Г
Д16–Д19
Д7Г
Л29
П4
Кр2/4
R174
4,7
Д44
Д7Ж
П5
~400в
V
IV
III
II
I
VI
VII
Тр6
Тр7
Тр8
Тр9
Кр2/2
Кр2/3
Кн1
Вентилятор
Кр1
Кр2/1
Р2
РПТ-100
Д40–Д43
Д214
R175
25×25вт
Пр
Вк1
~220в
+25в
ПМ

Рис. 93.

пропускания на уровне 0,7 от 2,7 *кгц* до 2,0 *Мгц*. Величина усиления может плавно изменяться резистором R_{93}, включенным как нагрузка катодного повторителя. Такое включение потенциометра позволяет изменять величину усиливаемого напряжения во всем пектре частот без искажения формы сигнала.

Блок индикатора (см. рис. 88) выполнен на осциллографической трубке $Л_6$ и содержит все необходимые элементы регулирования напряжения на электродах трубки.

Блок питания выдает все необходимые напряжения для нормальной работы рассмотренных выше узлов схемы. Прибор смонтирован в одном компактном блоке размерами 220×350×480 *мм*. Масса прибора 35 *кг*. На передней панели размещены органы управления, штепсельный разъем для подсоединения автоматической линии задержки и гнездо для подсоединения пьезоприемника. На задней панели размещены разъемы для подсоединения к схеме прибора излучателя, шланга сети. Там же расположены переключатель для коммутации высокого напряжения и съемный футляр, в котором размещен вентилятор. Необходимо отметить, что монтаж прибора очень плотный и принудительное воздушное охлаждение обязательно. Кнопка $Кн_1$ предназначена для отключения цепи питания вентилятора, когда прибор включается в сеть со снятым кожухом. При работе с прибором в качестве преобразователей могут быть использованы датчики любого типа — пьзоэлектрические, электродинамические и магнитострикционные. В случае использования последних в схеме прибора предусмотрена цепь подмагничивания обмоток (см. рис. 93) магнитостриктора постоянным током (выпрямительный мост $Д_{40}$—$Д_{43}$, регулятор тока R_{175}, клемма *ПМ*).

Недостаток конструкции — то, что она выполнена на лампах. В настоящее время промышленностью освоен выпуск новых типов транзисторов, использование которых позволит создать аналогичный прибор более компактным. Для работы с прибором собирают измерительную установку согласно блок-схеме, изображенной на рис. 54. Между датчиками и исследуемой средой должен быть надежный акустический контакт. При проведении исследований в жидких средах надежность такого контакта обеспечивается самой жидкой средой. При исследовании твердых образцов в качестве контактного материала применяют различные масла, вазелин, салол.

Измерения проводят следующим образом. Скорость распространения ультразвуковых колебаний определяют как частное от деления расстояния между излучателем и приемником на время прохождения этого расстояния, определяемое по меткам времени. Амплитудные замеры проводят путем систематического измерения амплитуды сигнала через заранее заданный интервал времени либо путем измерения амплитуд, зарегистрированных приемником на разных расстояниях от излучателя. Для исключения влияния субъективных факторов на результаты измерения применяют фотографирование наблюдаемых волнограмм. Последнее производят так, чтобы на экране индикатора в левом углу был бы отсчетный импульс либо подвижная метка. В этом случае к отсчету прибавляют постоянное время, равное времени между отсчетным импульсом и подвижной меткой.

В практике проведения научно-исследовательских работ широко применяются ультразвуковые методы воздействия на жидкости и твердые тела в жидкостях с целью получения тонко перемешанных эмульсий, аэрозолей большой дисперсности, ускорения процессов

растворения химических реагентов, получения тонкодисперсных коллоидных взвесей и т. д. Промышленностью освоен выпуск низкочастотных ультразвуковых диспергаторов (УЗДН-1 и др.) для лабораторного применения. Высокочастотные диспергаторы промышленность не выпускает. В то же время получение аэрозолей большой дисперсности с низкочастотным устройством невозможно. Поэтому автором книги была разработана ультразвуковая установка для получения в лабораторных условиях тонких аэрозолей из жидкости разной плотности. Впоследствии этот же прибор был применен для получения эмульсий и тонкодисперсных взвесей.

Схема установки изображена на рис. 94. Это одноламповый генератор, который генерирует ультразвуковые колебания частотой от 1,7 до 2,4 *Мгц*, амплитудой до 100 *в*. Он выполнен по схеме индуктивной трехточки на лампе $Л_4$ типа ГК-71. Напряжение на нагрузку — пьезокерамический параболический излучатель из титаната бария — подается через емкостный делитель напряжения C_{10}—C_{17}. Генератор потребляет от сети мощность 700 *вт*. Стабильность генерируемых частот 5%. Конструктивно прибор выполнен в двух блоках: ультразвуковой генератор и блок распылителя. Последний представляет собой цилиндрический сосуд, в дне которого в резиновых прокладках закреплен излучатель (параболическая оболочка шарового сегмента толщиной 1,2 *мм* и диаметром 70 *мм*). Над пластиной в фокальной плоскости расположен пробиркодержатель, который с помощью микрометрического винта можно перемещать по вертикали. Смещением пробирки по вертикали добиваются того, чтобы распыляемая жидкость находилась точно в фокусе излучателя. Параболическая форма излучателя выбрана для того, чтобы иметь возможность сконцентрировать ультразвуковую энергию в небольшом объеме пробирки. Ультразвуковые колебания от излучателя на пробирку с испытуемым материалом подаются через буферный раствор — воду. При воздействии ультразвука на исследуемую жидкость в последней возникает фонтан, над которым образуются пары аэрозоля.

Вспомогательным элементом схемы прибора является реле времени, выполненное на лампе $Л_2$ типа МТХ-90. Оно служит для включения высокого напряжения на генератор после предварительного 2—3-минутного прогрева цепей накала и работает следующим образом. При включении прибора в сеть тумблером *Вк* конденсатор C_1 через резистор R_2 заряжается до величины потенциала зажигания тиратрона $Л_2$, в момент поджига которого срабатывает реле P_1 и своими контактами включает реле P_2. Последнее через контакты *Кр 2/2* становится на самоблокировку, а через контакты *Кр 2/3* замыкает цепь высокого напряжения (при этом загорается сигнальная лампа $Л_3$). Контакты *Кр 2/1* отключают от схемы прибора реле времени.

Прибор выполнен в корпусе размерами 300×350×500 *мм*. Все детали смонтированы на горизонтальном шасси и лицевой панели. В схеме предусмотрено принудительное воздушное охлаждение (вентилятор *В*). Ручки управления генератором выведены на лицевую панель. Ось конденсатора C_{18} изолирована от корпуса насадкой из оргстекла. Это связано с тем, что корпус конденсатора находится под высоким напряжением.

На рис. 95 изображена принципиальная схема ультразвукового генератора на тот же диапазон частот, но более мощного и с большими возможностями в эксплуатации. Прибор также сконструиро-

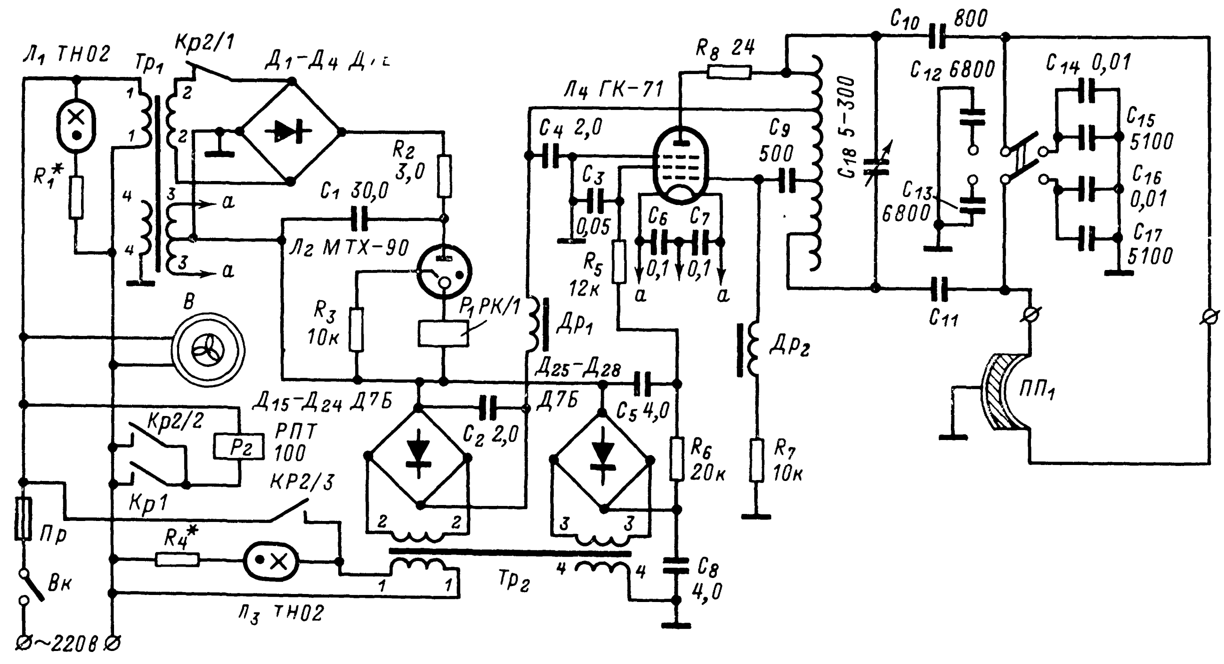

Л1 ТН02
Тр1
Кр2/1
Д1–Д4
R1*
В
Кр2/2
Р2
РПТ 100
Кр1
КР2/3
Пр
Вк
~220в
R4*
Л3 ТН02
R2 3,0
С1 30,0
Л2 МТХ-90
R3 10к
Р1 РК/1
Д15–Д24 Д7Б
С2 2,0
Тр2
Д25–Д28 Д7Б
С5 4,0
R6 20к
С8 4,0
Др1
Л4 ГК-71
С4 2,0
С3 0,05
R5 12к
С6 0,1
С7 0,1
R8 24
С9 500
Др2
R7 10к
С18 5–300
С10 800
С12 6800
С13 6800
С11
С14 0,01
С15 5100
С16 0,01
С17 5100
ПП1

Рис. 94.

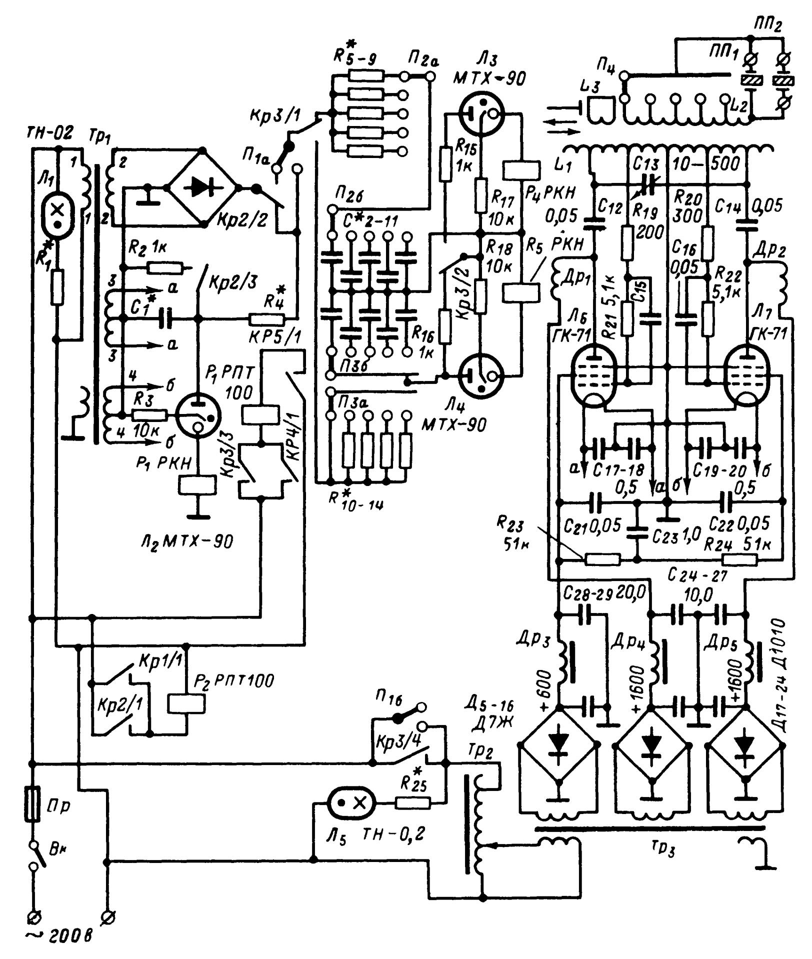


Рис. 95.

ван автором книги. Он рассчитан на подключение к выходу одновременно нескольких излучателей. В отличие от схемы, рассмотренной выше, генератор позволяет озвучивать образцы как непрерывно, так и в импульсном режиме. Причем при работе в импульсном режиме раздельно регулируется время озвучивания и время пауз. Последнее достигается применением сдвоенного реле времени, выполненного на тиратронах МТХ-90 (лампы $Л_3$ и $Л_4$). Принцип действия реле аналогичен рассмотренному выше. Время озвучивания и время пауз регулируется переключателями $П_2$, $П_3$ в пределах от 0,5 до 10 *мин*. Плавное изменение амплитуды высокого напряжения осуществляется автотрансформатором ($Тр_2$) типа

ЛАТР на 9 *а*. Генератор выполнен по двухтактной схеме. Связь с нагрузкой трансформаторная. Амплитуда сигнала на нагрузке регулируется тремя способами: изменением амплитуды высокого напряжения — вращением подвижного контакта автотрансформатора $Тр_2$ (ЛАТР) — плавная регулировка, изменением количества витков индуктивности L_2 переключателем $П_4$ (грубо) и перемещением короткозамкнутой индуктивности L_3 внутри каркаса, на котором намотаны катушки L_1 и L_2 (плавно). Все высокочастотные катушки намотаны на каркасах из фторопласта посеребренным проводом. Катушка L_1 намотана на каркасе диаметром 90 *мм* и высотой 120 *мм* проводом диаметром 1,5 *мм* и содержит 50 витков. Катушка L_2 намотана на каркасе диаметром 75 *мм,* высотой 100 *мм* тем же проводом с шагом 0,5 и содержит 32 витка с отводами через 6 витков. Эта катушка вставляется внутрь первой. Катушка L_3 намотана на каркасе диаметром 60 *мм* проводом 0,8 *мм* с шагом 0,3 *мм* и содержит 50 витков. Эта катушка замкнута накоротко и может свободно перемещаться внутри каркаса катушки L_2 с помощью приводного механизма.

Отводы катушки L_1 подбираются опытным путем при настройке генератора. Данная конструкция позволяет получать на нагрузке колебательную мощность порядка 600 *вт*. Генератор выполнен на горизонтальном шасси и размещен в корпусе размерами 500× ×1 000×500 *мм*. Масса генератора 70 *кг*, что связано с большим весом силовых трансформаторов и высоковольтных емкостей C_1—C_{29}.

Мы рассмотрели конструкции высокочастотных генераторов. Еще раз напомним, что промышленный лабораторный ультразвуковой генератор УЗДН-1 работает в диапазоне от 15 до 35 *кгц*, рассмотренные выше конструкции рассчитаны для работы в диапазоне 1,7—2,4 *Мгц*, промышленные генераторы для ультразвукового воздействия на производственные процессы (УЗГ-10 и др.) работают в диапазоне частот 20 *кгц* и ниже. Весь промежуточный диапазон частот оказывается нерабочим. Создание широкополосного генератора на весь спектр частот от 15 *кгц* до 2,4 *Мгц* при непрерывном излучении колебаний и при значительных мощностях на выходе практически трудно осуществимо и нецелесообразно.

Между тем, как показали исследования, проведенные автором, в ряде случаев непрерывное излучение без ущерба для экспериментов может быть заменено импульсным. При этом излучаемые мощности в непрерывном и импульсных режимах практически должны быть равны. В некоторых случаях импульсное излучение можно считать более предпочтительным, так как оно снижает деструкцию полимеров в водных растворах и является более экономичной формой воздействия. Кроме того, применение импульсного возбуждения излучателей ультразвука позволяет простыми средствами решить задачу создания широкополосного ультразвукового генератора для воздействия на изучаемые процессы. Практически частота излучения определяется только резонансными частотами применяемых излучателей.

На рис. 96 изображена принципиальная схема *импульсного генератора* конструкции автора. Генератор собран на тиратроне $Л_6$ типа ТГИ-1-400/3,5 по типовой схеме. Длительность импульсов определяется конденсаторами C_{32}—C_{35} и внутренним сопротивлением магнитостриктора *МС*. При использовании пьезоэлектрических излучателей, рассчитанных на большие частоты, параметры импуль-

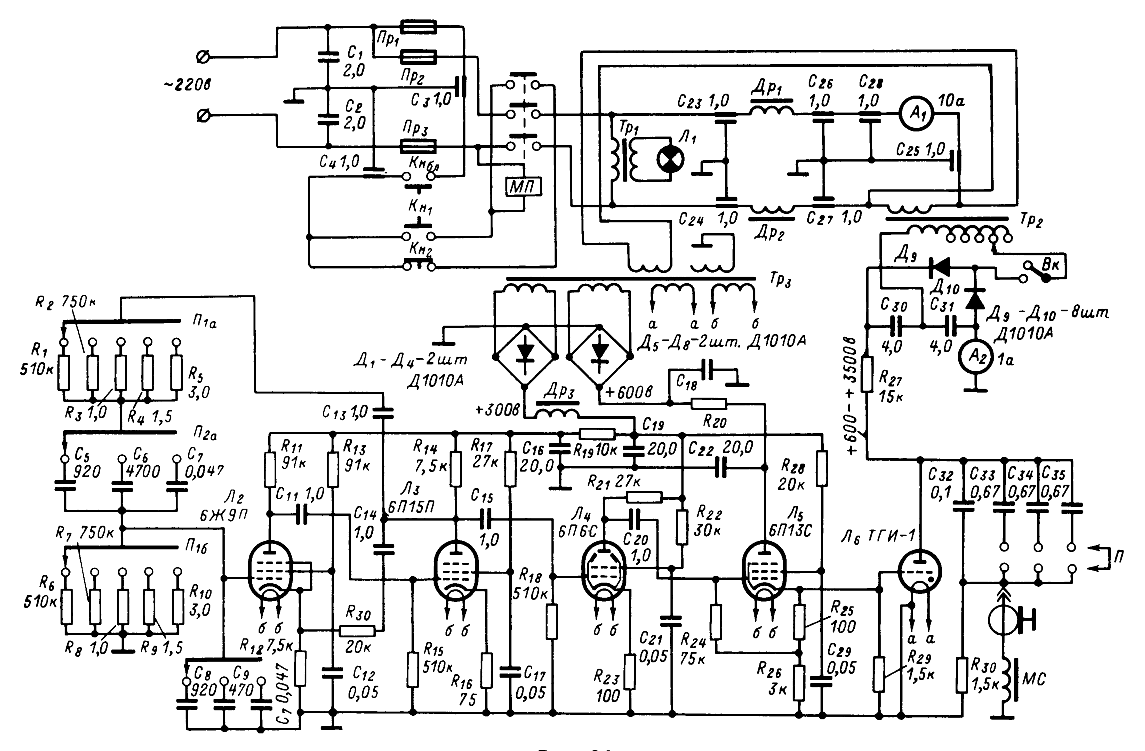

~220в
С1 2,0
С2 2,0
Пр1
Пр2
Пр3
С3 1,0
С4 1,0
Кнбл
Кн1
Кн2
МП
Тр1
Л1
С23 1,0
Др1
С26 1,0
С28 1,0
А1
10а
С25 1,0
С24 1,0
Др2
С27 1,0
Тр2
Тр3
Д9
Д10
Вк
Д9-Д10-8шт
Д1010А
С30 4,0
С31 4,0
А2
1а
R27 15к
+600-+3500в
а а б б
Д1-Д4-2шт
Д1010А
Д5-Д8-2шт. Д1010А
+300в
Др3
+600в
С18
R20
С19 20,0
R19 10к
С16 20,0
С22 20,0
R2 750к
П1а
R1 510к
R5 3,0
R3 1,0
R4 1,5
П2а
С5 920
С6 4700
С7 0,047
R7 750к
П1б
R6 510к
R10 3,0
R8 1,0
R9 1,5
С8 920
С9 470
С7 0,047
С13 1,0
R11 91к
R13 91к
С11 1,0
Л2 6Ж9П
С14 1,0
R30 20к
R12 7,5к
С12 0,05
R14 7,5к
R17 27к
Л3 6П15П
С15 1,0
R15 510к
R16 75
R18 510к
С17 0,05
R21 27к
Л4 6П6С
С20 1,0
R22 30к
С21 0,05
R23 100
R24 75к
Л5 6П13С
R28 20к
R25 100
R26 3к
С29 0,05
Л6 ТГИ-1
R29 1,5к
С32 0,1
С33 0,67
С34 0,67
С35 0,67
П
R30 1,5к
МС
б б
а а

Рис. 96.

са определяются конденсаторами C_{32}—C_{35} и резистором R_{30}. Частота следования импульсов изменяется в пределах от 1,5 до 1 000 *гц* и определяется частотой напряжения, вырабатываемого генератором запуска. Последний выполнен по схеме моста Вина на лампах $Л_2$, $Л_3$. Частота следования запускающих импульсов регулируется путем переключения времязадающих цепей переключателями $П_1$ и $П_2$. Напряжение, вырабатываемое генератором запускающих импульсов, усиливается по амплитуде и мощности усилителем, собранным на лампах $Л_4$, $Л_5$. Включение генератора в сеть осуществляется магнитным пускателем *МП*, путем нажатия на кнопку $Кн_1$. При этом включается прогрев тиратрона (лампа $Л_6$). После трехминутного прогрева включателем (в высоковольтном исполнении) *Вк* подается высокое напряжение на анод тиратрона. Выключают прибор кнопкой $Кн_2$. В схеме предусмотрена защита линии сети от импульсных помех, связанных с работой генератора (C_1—C_4, C_{23}—C_{28}, $Др_1$, $Др_2$), и блокировка включения напряжения питания на схему ($Кн_{бл}$). Контроль потребляемого тока осуществляют по показаниям амперметров A_1 и A_2, первый из которых включен в цепь питания всего прибора в целом, а второй — в цепь нагрузки тиратрона. Генератор потребляет от сети мощность порядка 3,5 *квт*. Он смонтирован в корпусе от импульсного генератора типа ИГ-3. Масса прибора 80 *кг*. Он укреплен на тележке и его легко можно перемещать по лабораторному помещению в требуемом направлении.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПЛАН ИЗДАНИЙ МРБ

Справочная литература

БУЗАНОВА Л. К. и др. Полупроводниковые фотодиоды. (Справочная серия). 6 л.

БУРЛЯНД В. А. и ГРИБАНОВ Ю. И. Радиолюбительские конструкции. (Указатель описаний за 1969—1972 гг.). 22 л.

ЗЕЛЬДИН Е. А. Зарубежные приемно-усилительные лампы. (Справочная серия). Изд. 2-е. 6 л.

КУЗЬМИН Е. Н. Советы начинающему радиолюбителю. 7 л.

МАЛИНИН Р. М. Справочник по транзисторным схемам. Изд. 2-е. 13 л.

МИХАЙЛОВ И. В. и ПРОПОШИН А. И. Конденсаторы. (Справочная серия). Изд. 2-е. 4 л.

НЕЗНАЙКО А. П. и ГЕЛИКМАН Б. Ю. Конденсаторы и резисторы. (Справочная серия). 6 л.

НОВОСЕЛОВ Л. Е. Карманные транзисторные приемники IV класса. (Справочное пособие). 10 л.

Справочник радиолюбителя-конструктора. Под ред. Р. М. МАЛИНИНА. 47 л.

Общие вопросы

ГЕНДИН Г. С. Экскурсия на радиозавод. 14 л.

Сборник статей под общ. ред. Э. П. БОРНОВОЛОКОВА. 27 л. «Избранные радиолюбительские конструкции». (По материалам журнала «Радио»).

ПОРТНОЙ Б. В. Радиоконструкторский кружок. 8 л.

ХАВИН И. Л. Схемотехника радиопередающих устройств. 7 л.

Радиоэлектроника и новая техника

БЕЗДЕЛЬЕВ Ю. В. Плоские и объемные модули в любительских конструкциях. 10 л.

БОЧАРОВ Л. Н. Эквивалентные схемы и параметры полупроводниковых приборов. 8 л.

ВАСИЛЬЕВ В. А. Микросхемы в любительских конструкциях. 3 л.

ГОРОХОВ Ю. Г. и НЕПЛЮЕВ Л. Н. Голография в приборах и устройствах. 7 л.

ГОРДИН А. Б. Занимательная кибернетика. 8 л.

ЖЕРЕБЦОВ И. П. Введение в технику дециметровых и сантиметровых волн. Изд. 3-е. 13 л.

ЖЕРЕБЦОВ И. П. Основы электроники. Изд. 3-е. 37 л.

ЖУРАВЛЕВ А. А. и МАЗЕЛЬ К. Б. Преобразователи постоянного напряжения на транзисторах. Изд. 3-е. 8 л.

ИЗЮМОВА Т. И., СВИРИДОВ В. Г. Радиоволноводы. Изд. 2-е. 10 л.

КАЛИШ Д. Микроминиатюрная микроэлектроника. Пер. с англ. 15 л.

ЛЮБЧЕНКО Ю. Б. Лазер служит человеку. 7 л.

ПЕТИН Г. П. Транзисторные усилители с линейными и нелинейными обратными связями. 4 л.

СКРИПНИКОВ Ю. Ф. Радиаторы для транзисторов и полупроводниковых диодов. 4 л.

СМИРНОВ А. Д. Радиоэлектронику — в народное хозяйство 11 л.

ШАШИН Ю. В. Электроника в фотографии. Изд. 3-е. 8 л.

ЭЙМИШЕН Ж.-П. Электроника?... Нет ничего проще! Пер. с франц. Изд. 2-е. 18,5 л.

Радиоприем

ГЕНДИН Г. С. Модернизация радиовещательной аппаратуры. 11 л.

КОКАЧЕВ В. П. Любительские радиоприемники. 5 л.

КОВАЛЕВ В. Г. Радиоприем на автомобиле. 6 л.

МИКИРТИЧАН Г. М. Транзисторные приемники с КВ диапазонами. Изд. 2-е. 6 л.

МИШУСТИН И. А. Повышение помехозащищенности радиолюбительского приема. 6 л.

МОМОТ Е. А. Приставки к радиоприемникам. 6 л.

НОВОСЕЛОВ Л. Е. Переносные транзисторные приемники с КВ диапазонами. 12 л.

Телевидение

АЙСБЕРГ Е. Телевидение?.. Это очень просто! Изд. 3-е. 16 л.

АЙСБЕРГ и ДУРИ Ж. П. Цветное телевидение?.. Это почти просто. Изд. 2-е. 12 л.

ДЕМЬЯНОВ В. Р. Любительский транзисторный телевизор. 6 л.

ЕЛЬЯШКЕВИЧ С. А. Телевизоры. (Модели 1969—1971 гг.). 15 л.

СОТНИКОВ С. К. Телевизоры из готовых блоков. 7 л.

ФЕЛЬДМАН Л. Д. Современный черно-белый телевизор. 11 л.

Звукозапись и электроакустика

АПОЛЛОНОВА Л. П. и ШУМОВА Н. Д. Грамзапись и ее воспроизведение. 7 л.

ГАЛЕЕВ Б. М., АНДРЕЕВ С. А. Принципы конструирования светомузыкальных устройств. 6 л.

КОЛОСОВ Н. В. Современный любительский магнитофон. 6 л.

КУЧИН С. Н., АФИНОГЕНОВ И. Е. Электронный орган. 6 л.

ПОЛЯКОВ Г. А. Применение громкоговорителей и телефонов. 6 л.

ПОРТНОЙ Б. В. Концертный комплекс электромузыкальных инструментов. 2 л.

ФУРДУЕВ В. В. Стереофония и многоканальные звуковые системы. 10 л.

Цена 39 коп.